

TEKNILLINEN KORKEAKOULU

Tietotekniikan osasto

Toni Arte

YHDYSJOHTOJEN TESTAUS

**Diplomityö, joka on jätetty opinnäytteenä tarkastettavaksi
diplomi-insinöörin tutkintoa varten Espoossa 2.4.1996.**

Työn valvoja



Professori K. Rahko

Tekijä:	Toni Arte	
Työn nimi:	Yhdysjohtojen testaus	
Päivämäärä:	2.4.1996	Sivumäärä: 72
Osasto:	Tietotekniikan osasto	
Professuuri:	S-38 Teletekniikka	
Työn valvoja:	Professori Kauko Rahko	
Työn ohjaaja:	-	
<p>Diplomityössä kehitetään puhelinkeskusten välisten yhdysjohtojen testausjärjestelmä Nokia Telecommunicationin DX200-puhelinkeskusjärjestelmään. Testausmenetelmien valinnassa käytetään pohjana ITU-T:n suositusta O.11 sekä ITU-T No.7 yhteiskanava-merkinannon käyttäjäosiin ITUP ja IISUP kuuluvaa puhetien tarkistusta. Testausjärjestelmään toteutetaan myös tarkkailuominaisuus, joka mahdollistaa sekä yhdysjohtojen että puhelinkeskuksen sisäisten johtojen teknisen tarkkailun.</p> <p>Testausmenetelmien valinnassa päädytään kaksitasoiseen malliin. Yhdysjohdot voidaan testata karkeasti keskuksen sisäisellä laitteistolla sekä tarkemmin keskukseen liitettävällä mittalaitteella. Johtojen tarkkailu suoritetaan mittalaitteella.</p> <p>Ohjelmiston toteutuksessa päädytään malliin, jossa testaus suoritetaan puhelunvälityksestä erotetuilla yhdysjohdoilla, jolloin puhelunohjauksen ohjelmistoon ei tarvita muutoksia. Ohjelmisto jaetaan käyttöliittymän toteuttavaan MML-ohjelmaan sekä tämän vastakappaleeseen, joka suorittaa MML-ohjelmalta saadut tehtävät. Ohjelmiston toteutuksesta esitellään ohjelmiston toiminta sekä käyttöliittymän peruspiirteet.</p> <p>Lopuksi tarkastellaan sitä, miten hyvin suunniteltu järjestelmä vastaa suunnitteluvaiheen alussa asetettuja tavoitteita sekä esitetään mahdollisia jatkokehityskohteita.</p>		
Avainsanat:	testaus, yhdysjohdot, tarkkailu	

Author:	Toni Arte	
Name of the thesis:	Trunk circuit testing	
Date:	2.4.1996	Number of pages: 72
Faculty:	Faculty of computer science	
Professorship:	S-38 Telecommunication	
Supervisor:	Professor Kauko Rahko	
Instructor:	-	
<p>In this master's thesis a system for trunk circuit testing for Nokia Telecommunication's DX200 exchange is developed. The test methods are chosen based on ITU-T's recommendation O.11 and continuity check of ITU-T's signalling system 7 (common channel signalling) user parts ITUP and IISUP. A monitoring system, which enables monitoring of trunk circuits and internal circuits for technical use, is also developed.</p> <p>A two-level solution is chosen. The trunk circuits can be tested roughly with internal equipment and more detailed tests can be done with external testing equipment. The circuits can be monitored with an external device.</p> <p>In the selected implementation the tests are run on trunk circuits, which are in separated state, so no changes to the call control software are required. The software is divided to two parts: a MML-program implements the user interface and its counterpart runs the tasks, which are given by the MML-program. The implementation principles of the software and the main principles of the user interface are defined.</p> <p>At last, it is considered how well the developed system meets the requirements, which were defined at the beginning of the planning phase. Some possible ideas for further development are also given.</p>		
Keywords:	testing, trunk circuits, monitoring	

ALKULAUSE

Kiitän koko Teknillistä Korkeakoulua mielenkiintoisesta ja korkeatasoisesta koulutuksesta, jota olen saanut nauttia opiskeluvuosieni aikana. Erityisesti haluan kiittää tämän työn valvojaa, professori Kauko Rahkoa, tuesta sekä ohjauksesta, jota olen saanut tämän työn tekemisen aikana.

Kiitän myös työnantajaani Nokia Telecommunications Oy:tä mielenkiintoisen työn tarjoamisesta sekä taloudellisesta tuesta. Kiitän myös koko CPCC-osastoa ja erityisesti sen CPCCD-jaosta, jonka jäsenenä olen saanut tehdä tätä työtä, Riku Salmista, jonka aloitteesta työ tehtiin, projektipäällikkö Kari Putkosta sekä Hemmo Papinojaa ja Vesa Inveniusta useiden epäselvien ratkaisujen oikaisemisesta.

Erityiset kiitokset tuesta ja turvasta kuuluvat vaimolleni Mialle.

Turussa 2.4.1996,



Toni Arte

SISÄLTÖ

ALKULAUSE	i
SISÄLTÖ	ii
SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO.....	vi
1. JOHDANTO.....	1
2. DX200-PUHELINKESKUSJÄRJESTELMÄN KUVAUS.....	3
2.1. DX200 järjestelmäalusta	3
2.2. DX200-järjestelmän laitteisto	4
2.3. DX200-järjestelmän ohjelmisto	6
2.3.1. Palvelut	7
2.3.2. DX200-järjestelmän ohjelmointi.....	8
2.3.2.1. Prosessit.....	8
2.3.2.2. MML-ohjelmat	8
2.3.2.3. Ohjelmointikielet	9
2.4. DX200 ISC Kansainvälisen verkon keskus.....	9
2.4.1. Kansainvälisen verkon keskukselle asettamat erityisvaatimukset	10
2.5. Yhdysjohtoverkko.....	11
2.5.1. Kansainvälinen yhdysjohtoverkko	12
2.5.2. Yhdysjohtojen liitännät DX200-järjestelmään.....	13
3. YHDYSJOHTOJEN VIKAANTUMINEN JA VIANPAIKANNUS.....	15
3.1. Tyypilliset viat siirtoyhteyksillä.....	15
3.1.1. Kuparijohtimet.....	15
3.1.2. Kulkuaaltoputket ja koaksiaalikaapelit	16
3.1.3. Optiset kuidut.....	16
3.1.4. Mikroaaltoradiolinkit	17
3.1.5. Satelliittiyhteydet	17
3.2. Testausperiaatteet	17
3.2.1. Analogisten yhteyksien testaus.....	18

3.2.1.1. Signaalitaso ja vaimennus	19
3.2.2. Digitaalisten yhteyksien testaus	20
3.2.2.1. Digitaalisten järjestelmien synkronointi	20
3.3. Kaapeleiden testaus ja vian paikannus	21
3.3.1. Kuparikaapeliyhteyksien testaus	21
3.3.1.1. Kaapeleiden tunnistus	21
3.3.1.2. Kaapelivikojen paikantaminen	21
3.3.1.3. Kaapeleiden paineistus sekä vuodon paikantaminen	22
3.3.2. Optisten valokaapeliyhteyksien testaus	22
3.3.2.1. Vaimennuksen mittaus	22
3.3.2.2. Vianpaikannus	22
4. SUUNNITTELUTYÖN LÄHTÖKOHTA	23
4.1. Test and monitoring enhancement	24
4.2. ITU-T suosituksen O.11 mukaiset testijohdot	24
4.2.1. Balansoitu hiljainen testijohto	25
4.2.2. Käyttöhenkilökunnan testijohto	25
4.2.3. Kaikusalvan testijohto	25
4.2.4. Silmukkatestijohto	25
4.2.4.1. Analoginen silmukkatestijohto	25
4.2.4.2. Digitaalinen silmukkatestijohto	26
4.2.5. Kaiunkumoajan testijohto	26
4.2.6. ATME 2 testijohdot	26
4.3. Yhdysjohtoverkon kunnossapito	26
4.3.1. Yhteyksien valvonta	26
4.3.1.1. Parittomassa T0-aikavälissä AFS:lle siirrettävä informaatio	27
4.3.1.2. Parillisessa T0-aikavälissä AFS:lle siirrettävä informaatio	28
4.3.2. Häiriöiden tilastointi	28

4.3.3. Nykyisen kunnossapidon puutteet	28
4.4. Puhetien tarkistus.....	29
4.4.1. Puhetien tarkistuksen toiminta	29
4.5. ITU-T O.6 testiäni.....	30
5. SUUNNITELLUN JÄRJESTELMÄN KUVAUS	31
5.1. Yhdysjohtojen testausmenetelmät.....	31
5.1.1. Valitut testausmenetelmät	31
5.1.1.1. Sisäinen osa.....	32
5.1.1.2. Ulkoinen osa	33
5.1.1.3. Testauksen vaikutus puhelunohjauksen ohjelmistoon	34
5.2. Tarkkailu	34
5.3. Testauksen ja tarkkailun ohjelmisto	35
5.3.1. Ohjelmiston rakenne	35
5.3.2. Rajapinnat muuhun järjestelmään	36
5.3.2.1. MFST-pistoyksikön ohjelma MFTINT.....	37
5.3.2.2. ASS-kanavan palveluohjelmaloikka ACSERV	37
5.3.2.3. Väylöityksen toimintatilojen hallintaohjelmaloikka CM3PRO.....	38
5.3.2.4. Laskennan ohjausohjelmaloikka CGLSTA.....	38
5.3.2.5. Kaiunpoistoyksikön ohjausohjelmaloikka ECCPRB	38
5.3.2.6. Kytkeäohjelmaloikka SWICOP	39
5.3.2.7. Tiedostojen levypäivitysten hallintaohjelmaloikka REQMAN	39
5.3.3. Erityispiirteitä	39
5.4. Testauksen ja tarkkailun toiminta	40
5.4.1. Testauksen ja tarkkailun käyttöliittymä	40
5.4.2. Testauksen ja tarkkailun prosessiperhe.....	41

5.4.2.1. Mittalaiteliitännän konfiguroidi, konfiguraation kysely	41
5.4.2.2. Testi ITU-T O.6 testiäänellä	42
5.4.2.3. Silmukkakytkentä	42
5.4.2.4. Testauskytkentä ulkoiselle mittalaitteelle.....	42
5.4.2.5. Tarkkailukytkentä.....	43
5.4.2.6. Päällä olevien kytkentöjen kysely	43
5.4.2.7. Kytkennän purku	43
5.4.2.8. Erityistä.....	44
5.4.3. Testauksen ja tarkkailun työtiedosto	44
5.4.4. Testauksen ja tarkkailun konfiguraatietiedosto.....	44
5.5. Käyttöliittymä	44
5.5.1. DX200-järjestelmän MMI-käyttöliittymä	44
5.5.2. Testauksen ja tarkkailun käyttöliittymä	45
5.5.2.1. Testauksen ja tarkkailun paikka komentohierarkiassa.....	46
5.5.2.2. Testauksen ja tarkkailun komentoryhmä	47
5.5.2.3. Testauksen ja tarkkailun komennot	48
5.5.2.4. Testauksen ja tarkkailun opasteet	50
5.5.2.5. Suoritustulostukset.....	51
5.5.2.6. Käyttöesimerkkejä.....	52
6. TULOSTEN TARKASTELUA.....	54
6.1. Testausmenetelmistä	54
6.2. Ohjelmistosta	55
6.3. Käyttöliittymästä.....	55
6.4. Kritiikkiä.....	55
7. YHTEENVETO	57
LÄHTEET	59
LIITE 1.....	61
LIITE 2.....	66

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

Aikaväli	PCM-johdon yksittäinen 64 kbit/s kanava. Yhdessä PCM-johdon aikavälissä voidaan välittää yksi puhelu.
Johto	Kahden siirtokanavan yhdustelmä, joka mahdollistaa kaksisuuntaisen signaalien siirron kahden pisteen välillä. Kyseiset signaalit kuuluvat samaan viestintätapahtumaan. Ks. aikaväli.
Kauttakulkukeskus	Keskus, joka välittää etupäässä toisten keskusten välistä liikennettä.
Silmukkakytkentä	Lähetys suunnan signaalin kytkentä vastaanottosuunnan signaaliksi.
Tilaajajohto	Tilaajalaitteen (esim. puhelinkoneen) ja keskuksen tai ohivalintavaihteen välinen johto.
Yhdysjohto	Kahden keskuksen tai keskuksen ja ohivalintavaihteen välinen johto. Yhdysjohdon suuntaus voi olla tuleva, lähtevä tai kaksisuuntainen.
AFS	Adapter for Frame Alignment. Kehyslukitusliitäntä.
AIS	Alarm Indication Signal. Hälytyssignaali, joka korvaa normaalin liikennesignaalin, kun kunnossapitohälytys on aktivoituna.
ASM	Assembler-language. Symbolinen konekieli.
ASS	Adapter for Signalling Subunit. Merkinantoliitäntä.
ATME	Automatic Transmission Measuring and Signalling Testing Equipment. Automaattinen yhdysjohtokokeilija.
CCITT	International Telegraph and Telephone Consultative Committee. ITU-T:n telestandardisointisektori.
CDR	Call Detailed Charging. Yksityiskohtainen laskutustietue, joka tehdään kustakin puhelusta.
CRC	Cyclic Redundancy Check. Tiedonsiirron virheettömyyden tarkastusmenetelmä.
DM2	Digital Multiplexer (2 Mbit/s). Digitaalinen kanavointiyksikkö.
ECET	Echo Cancelling ET. Kaiunkumoajan sisältävä keskus pääte.
ET	Exchange Terminal. Keskuspääte on yksikkö tai toiminto, joka on kytkentäsiirtorajapinnan keskuksen puolella.
FDM	Frequency Division Multiplexing. Taajuusjakoinen multipeksointi.
GSM	Global System for Mobile Communications. Digitaalinen matkapuhelinjärjestelmä.

GSW	Group Switch. Ryhmävalintaportaan kytkentäkenttä.
IISUP	Internatinal ISDN User Part. Kansainvälinen ISDN-käyttäjäosa.
ISC	International Switching Centre. Kansainvälisen liikenteen keskus.
ISDN	Integrated Services Digital Network. Digitaalinen monipalveluverkko.
ITUP	International Telephone User Part. Kansainvälinen puhelinkäyttäjäosa.
ITU	International Telecommunication Union. Kansainvälinen Teleliitto.
ITU-T	ITU:n telestandardisointisektori.
MDL	MML Description Language. MML-käyttöliittymien kuvauskieli.
MFC	MFC-signaalia käytetään ITU-T:n R2-merkinannossa.
MFST	Multi-Frequency Signalling Terminal. Monitaajuusmerkinantopääte.
MMI	Man-Machine Interface. ITU-T:n standardoima puhelinkeskusjärjestelmän käyttöliittymä.
MML	Man-Machine Language. MMI-järjestelmässä käytettävä operaattorin ja puhelinkeskusjärjestelmän välinen kieli.
MUX	Multiplekseri.
NTC	Nokia Telecommunications
PBR	Push Button Receiver. Näppäinvalinnan vastaanotin.
PCM	Pulse Code Modulation.
PCM-johto	2048 kbit/s digitaalinen johto, jolle on multipleksoitu 32 kpl 64 kbit/s aikaväliä.
PSTN	Public Switched Telephone network. Yleinen kiinteä puhelinverkko.
SDL	Specification and Description Language. ITU-T:n standardoima määrittely- ja kuvauskieli.
TDM	Time Division Multiplexing. Aikajakoinen multipleksointi.
TNSDL	Nokia Telecommunicationilla käytössä oleva SDL-kielen murre.
YKM	Yhteiskanavamerkinanto, ITU-T No.7.

1. JOHDANTO

Tämän tutkimuksen aiheena on testausmenetelmät sekä ohjelmisto, joilla voidaan toteuttaa puhelinkeskusten välisten yhdysjohtojen testausjärjestelmä. Testausmenetelmien määrittelyssä käytetään pohjana ITU-T:n suositusta O.11 'Maintenance access lines' sekä Nokia Telecommunicationin tuotekuvausta 'Operator controlled continuity check for ITUP', jotka kuvaavat puhelinkeskusten välisten yhdysjohtojen testausta. /ITU-T O.11/, /NTC 94g/

Työn taustalla on ruotsalaisen uusoperaattori Tele2:n vaatimukset kansainvälisen verkon puhelinkeskuksen luotettavuusominaisuuksista. Tele2 pitää erittäin tärkeänä sitä, että puhelinkeskusten välisiä yhdysjohtoja, erityisesti kansainvälisiä yhdysjohtoja, voidaan testata osana päivittäisiä tai viikottaisia kunnossapitotoimia. Tele2:n mukaan kansainvälisen verkon puhelinkeskuksen kolme tärkeintä luotettavuusominaisuutta ovat: /NTC 94e/

1. Monipuoliset CDR-laskutustietueet, joista on joustava rajapinta laskutusjärjestelmään.
2. Monipuoliset liikenteenmittaustoiminnot, joista on rajapinnat erilaisiin verkonhallintajärjestelmiin.
3. Helppokäyttöinen yhdysjohtojen testaus- ja tarkkailujärjestelmä.

Kolmannen vaatimuksen täyttämiseksi DX200-puhelinkeskusjärjestelmään tarvitaan yhdysjohtojen testaus- ja tarkkailujärjestelmä.

Nykyinen DX200-järjestelmän yhdysjohtoverkon kunnossapito perustuu yhdysjohtojen kunnon valvotaan, jolloin valvonnan vialliseksi havaitsema yhdysjohto erotetaan käytöstä, mutta varsinaista vianpaikannusta tai testausjärjestelmää yhdysjohtoverkon nykyiseen kunnossapitoon ei sisälly.

Toteutettavan yhdysjohtojen testaus- ja tarkkailujärjestelmän tavoitteena on mahdollistaa yhdysjohtojen kattava testaus sekä käyttöönottovaiheessa että vikatilanteiden selvittämisessä ja yhdysjohtojen tekninen tarkkailu testausta avustavana operaationa. Lisäksi tavoitteena on tehdä järjestelmästä mahdollisimman helppokäyttöinen ja itsenäinen, keskuksen puhelunohjauksesta irrallaan oleva kokonaisuus.

Aluksi on tarkastelun kohteena DX200-järjestelmän verkkoelementit, laitteistorakenne, ohjelmiston rakenne sekä erityisesti DX200 ISC, kansainvälisen verkon keskus sekä yhdysjohtoliitännät. Erityisesti keskitytään kansainvälisen verkon keskukselle asetettuihin erityisvaatimuksiin.

Tästä edetään yhdysjohtojen tyypillisten fyysisten vikojen sekä testausperiaatteiden esittelyyn. Todetaan että vika johtuu usein siirtoyhteyden fyysisestä vioittumisesta, esimerkiksi kaivinkoneen katkaisemasta kaapelista tai kosteuden tunkeutumisesta kaapeliin.

Sitten esitellään ITU-T:n suositukseen O.11 perustuvat testijohdot, DX200-järjestelmän yhdysjohtoverkon kunnossapito sekä puhetien tarkistus. Nämä muodostavat teoreettisen perustan toteutettavan järjestelmän arkkitehtuurille.

Tältä pohjalta valitaan testausmenetelmät, joiden päälle yhdysjohtojen testausjärjestelmää ryhdytään rakentamaan. Lisäksi esitellään tarkkailun toiminta. Tämän jälkeen esitellään testaus- ja tarkkailuohjelmiston rakenne ja toiminta. Lopuksi esitellään DX200-järjestelmän MMI-käyttöliittymän peruspiirteitä sekä esitellään toteutettava käyttöliittymä.

Lopuksi tarkastellaan toteutettua järjestelmää sekä pohditaan ratkaisujen onnistuneisuutta. Yhteenvetona kootaan lyhyt kuvaus saavutetuista tuloksista ja niiden merkityksestä sekä esitetään mahdollisia jatkokehityskohteita.

2. DX200-PUHELINKESKUSJÄRJESTELMÄN KUVAUS

2.1. DX200 järjestelmäalusta

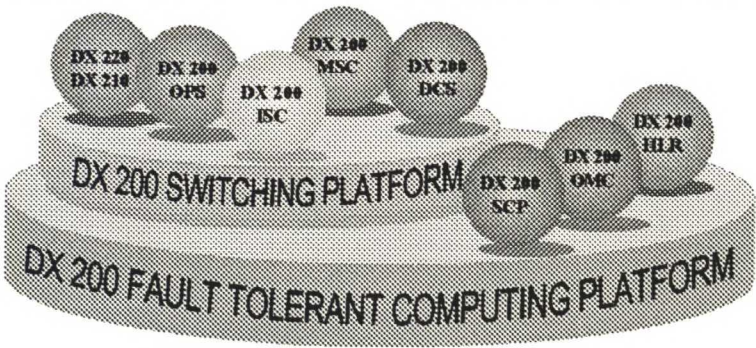
/NTC 93a/, /NTC 93b/

DX200-keskusjärjestelmä kattaa laajan sovellusalueen ulottuen pienistä keskittimistä laajoihin 100 000 tilaajaliittymän keskuksiin. Koko tällä sovellusalueella saavutetaan optimaalinen suoritussyky valitsemalla keskuslaitteistosta sopiva kokoonpano.

DX200-keskusjärjestelmää voidaan käyttää paikallis- tai kauttakulkukeskuksena, yhdistettynä paikallis- ja kauttakulkukeskuksena tai kansainvälisenä keskuksena. DX220 kattaa koko tämän sovellusalueen. DX210 on itsenäinen keskus, joka soveltuu hyvin käytettäväksi silloin kun tarvitaan pienempää kapasiteettia. Keskitin (RSU), etäistilaajaporras (RSS) sekä etäistilaajamultiplekseri (RSM) ovat kiinteitä osia DX200-verkon rakenteessa.

Kaikki edellä mainitut verkkoelementit voidaan konfiguroida sekä analogisille että ISDN-tilaajille. Käyttö- ja ylläpitotoiminnot voidaan suorittaa yhteisestä käytönohjauskeskuksesta käsin.

DX200-keskusjärjestelmän tuoteperhe perustuu vikasietoiselle tietokoneplatformille (Fault Tolerant Computing Platform), joka muodostaa perustan välitysplatformille. DX200 Switching Platformin ja DX200 Fault Tolerant Computing Platformin nykyiset sovellukset koostuvat seuraavista tuotteista:



Kuva 1. DX200-tuoteperhe /NTC 94e/

DX220	Large ISDN/PSTN exchange Suuri ISDN/PSTN-keskus
DX210	Small-to-medium size ISDN/PSTN exchange Pieni/keskikokoinen ISDN/PSTN-keskus

OPS	Operator Position System Välittäjän palvelupaikka
ISC	International Switching Centre Kansainvälisen verkon keskus
MSC	Mobile Services Switching Centre for the GSM network GSM-verkon matkapuhelinkeskus
DCS	Digital Cross-connect System Digitaalinen ristikytkentäjärjestelmä
SCP	Service Control Point Palvelunohjauspiste
OMC	Operation and Maintenance Centre Käytönohjauskeskus
HLR	Home Location Register for the GSM network GSM-verkon kotirekisteri

Taulukko 1. DX200-tuoteperheen verkkoelementit

2.2. DX200-järjestelmän laitteisto

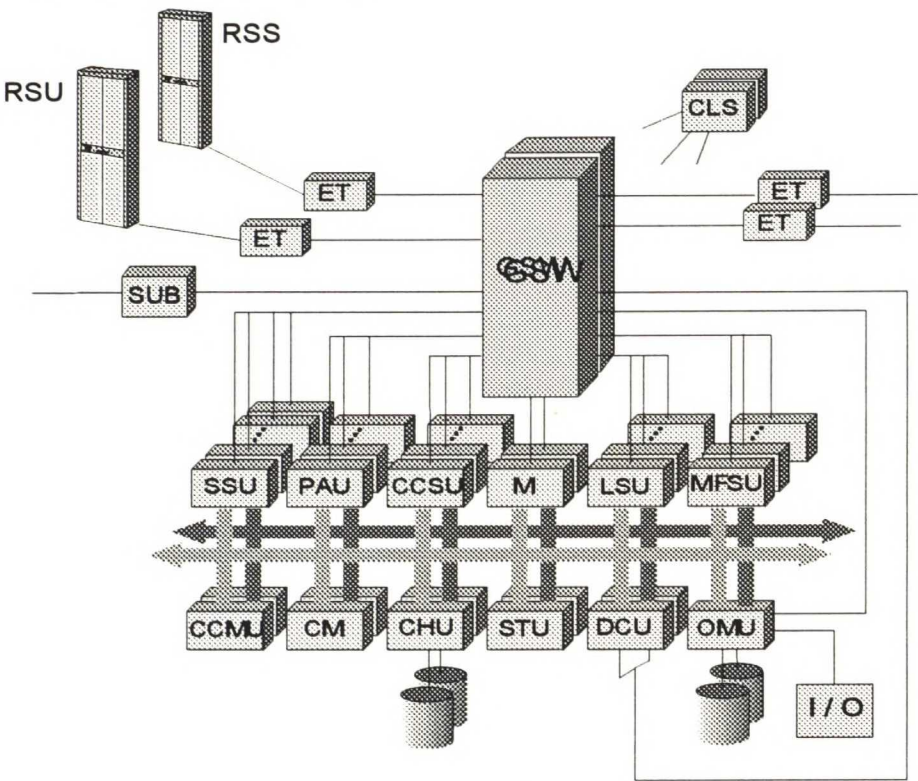
/NTC 93b/

DX200 puhelinkeskusjärjestelmä muodostuu toisiinsa kytkettyjen mikrotietokoneiden muodostamasta tietokoneverkosta ja oheislaitteista (kuva 2). Tietokoneyksiköt kommunikoivat keskenään kahdennetun sanomaväylän välityksellä. Eri tietokoneyksiköt ovat huomattavan samankaltaisia laitteistoltaan ja niissä kaikissa on samanlainen DMX-käyttöjärjestelmä.

Järjestelmän vikasietoisuus perustuu laitteiston varmentamiseen varayksiköillä. Varayksiköiden lukumäärä riippuu tietokoneyksikkötyypin luotettavuudelle asetetuista vaatimuksista. Kriittiset yksiköt on kahdennettu (ns. $2n$ -varmennus), jolloin yksikön vikaantuessa varayksikkö ottaa vikaantuneen yksikön tehtävät hoitaakseen. $2n$ -varmennuksessa varayksikkö toimii jatkuvasti herätesynkronissa aktiivisen yksikön kanssa, jolloin vikatilanne ja sitä seuraava puolenvaihto ei aiheuta häiriötä järjestelmän toiminnassa. Vähemmän kriittisissä tehtävissä käytetään esimerkiksi ns. $n+1$ -varmennusta, jolloin yksiköitä on yksi enemmän kuin tehtävän suoritus vaatisi. Vikatapauksessa varayksikkö korvaa vikaantuneen yksikön, mutta vikaantuneen yksikön tehtävät, esimerkiksi muodostusvaiheessa olleet puhelut, menetetään.

Kaikkia oheislaitteita ei ole kahdennettu. Esimerkiksi keskuspäättien (ET) tapauksessa yhdysjohdon vikaantumisen todennäköisyys on arvioitu niin paljon

suuremmaksi, että keskuspäätteen kahdentaminen ei nostaisi järjestelmän vikasietoisuutta merkittävästi.



Kuva 2. DX200-järjestelmän laitteisto /NTC 94d/

RSS	Remote Subscriber Stage Etäistilaajaporras
RSU	Remote Switching Unit Keskitin
SUB	Subscriber Module Tilaajamoduli
ET	Exchange Terminal Keskuspääte
GSW	Group Switch Ryhmävalintaportaan kytkentäkenttä
CLS	Clock Equipment Kelloyksikkö
SSU	Subscriber Stage Control Unit Tilaajaportaan ohjain
PAU	Primary Rate Access Unit Järjestelmäliitäntäyksikkö
CCSU	Common Channel Signalling Unit Yhteiskanavamerkinantoyksikkö
M	Marker Unit Markkeri

LSU	Line Signalling Unit Johtomerkkiyksikkö
MFSU	Multifrequency Signalling Unit Monitaajuusmerkinantoyksikkö
CCMU	Common Channel Signalling Management Unit Yhteiskanavamerkinannon hallintayksikkö
CM	Central Memory Keskusmuisti
CHU	Charging Unit Laskentayksikkö
STU	Statistical Unit Tilastointiyksikkö
DCU	Data Communications Unit Tietoliikenneyksikkö
OMU	Operation and Maintenance Unit Käytönohjaustietokone

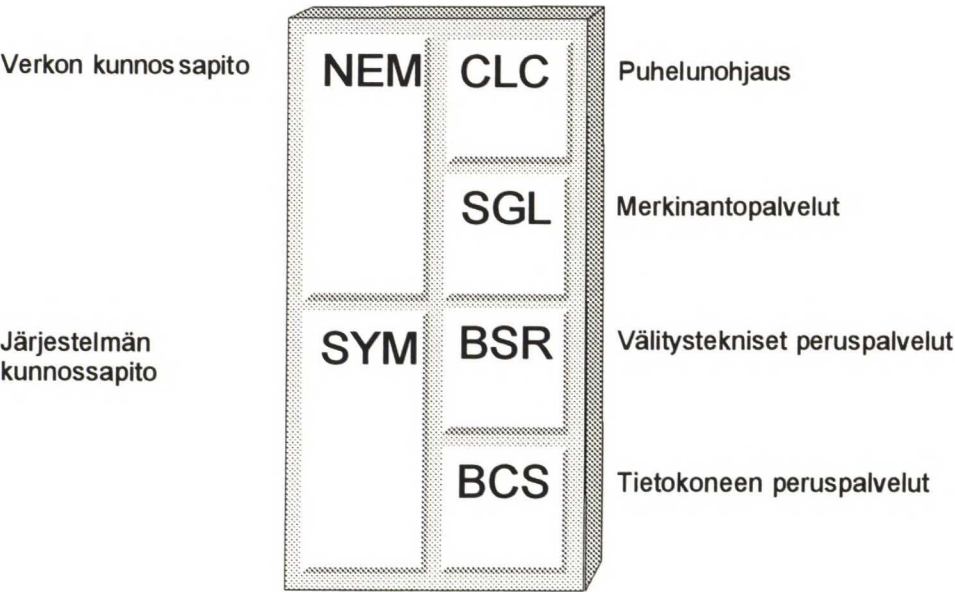
Taulukko 2. Kuvassa 2 esitetyn DX200-järjestelmän yksikkötyypit

2.3. DX200-järjestelmän ohjelmisto

/NTC 93a/, /NTC 93b/

DX200-järjestelmän koko ohjelmistorakenne perustuu seuraavaan (kuva 3) kuuden järjestelmälohkon hierarkiaan, jossa lohkot on edelleen jaettu toiminnallisesti yhdenmukaisiin palvelulohkoihin. Palvelulohkon toteutus voi sisältää useita ohjelmalohkoja.

JÄRJESTELMÄLOHKOT



Kuva 3. DX200-järjestelmän ohjelmiston järjestelmälohkot /NTC 93a/

Palvelulohko on olennainen DX200-ohjelmiston modulaarisuuskäsite. Se toteuttaa järjestelmään yhden loogisesti yhdenmukaisen palvelun, ja se vaatii ainoastaan löyhän kytkennän ympäristöön. Tarjotut palvelut on tarkennettu palvelulohkon liitantomäärittelyssä. Sisäinen toteutus on piilotettu palveluliitännän taakse, jolloin toteutuksen muutoksesta mahdollisesti aiheutuvat sivuvaikutukset voidaan välttää.

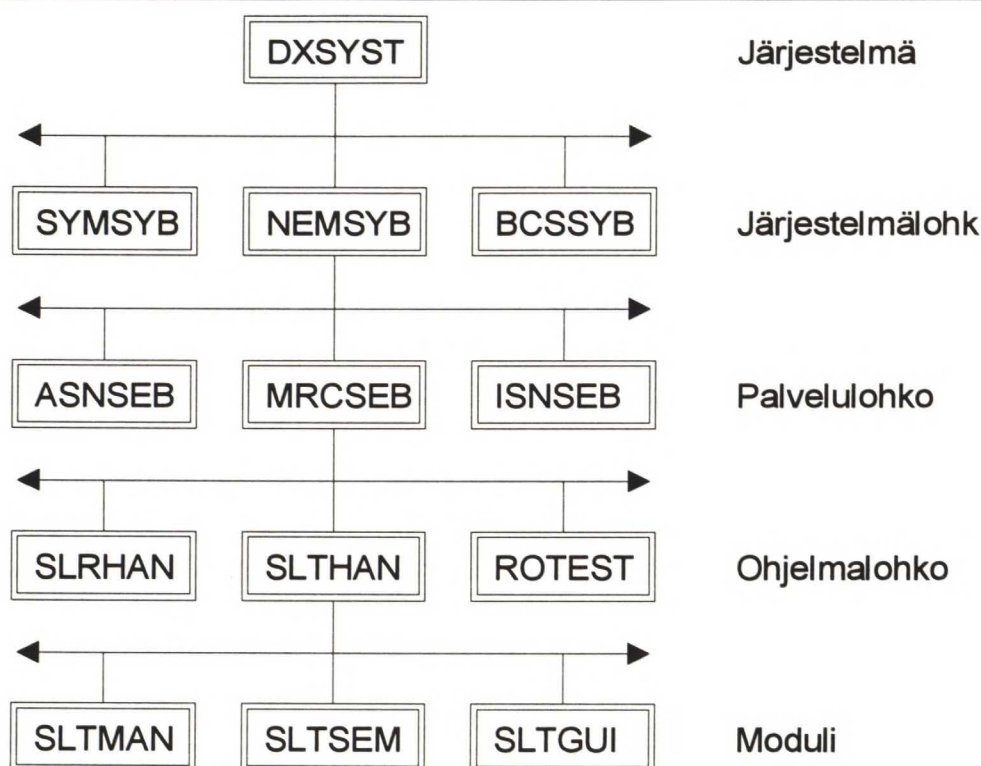
2.3.1. Palvelut

/NTC 94b/

Ohjelmalohkon tehtävänä on toteuttaa palvelu, jota muut ohjelmalohkot voivat käyttää. Jos palvelua tarjotaan alimmalle tasolle, sitä tarjotaan palvelulohkotasolla. Silloin ainoastaan saman palvelulohkon ohjelmat voivat käyttää palvelua.

Jos palvelun käyttäjät kuuluvat muihin palvelulohkoihin, palvelu pitää määritellä sopivalla tasolla jotta se näkyy järjestelmässä kaikille palvelua käyttäville ohjelmalohkoille. Jos palvelua käyttävät ohjelmalohkot kuuluvat eri järjestelmälohkoihin, on palvelu määriteltävä ylimmällä tasolla eli järjestelmätasolla.

Palvelu voi olla joko asynkroninen tai synkroninen. Ohjelmalohkojen tarjoamat palvelut ovat asynkronisia. Asynkronista palvelua käytetään lähettämällä palvelupyyntö sanomarakajapinnan kautta ohjelmalohkolle joka toteuttaa palvelun. Kirjasto-ohjelmien tarjoamat palvelut ovat synkronisia palveluita. Synkronisia palveluita käytetään funktiokutsujen välityksellä.



Kuva 4. Esimerkki DX200-järjestelmän ohjelmiston lohkohierarkiasta /NTC 94b/

2.3.2. DX200-järjestelmän ohjelmointi

/NTC 93b/, /NTC 94b/

2.3.2.1. Prosessit

Uudet prosessit toteutetaan TNSDL-kielellä. TNSDL on korkean tason ohjelmointikieli, joka on hyvin käyttökelpoinen ohjelman kehityksen varhaisista vaiheista aina lopulliseen toteutukseen saakka. Loput ohjelmasta (tyypillisesti noin 10 %) toteutetaan C-kielellä.

Yleiskäyttöisten kirjastokutsujen käyttö vähentää tarvetta omille C- tai PL/M-kielisille aliohjelmille.

2.3.2.2. MML-ohjelmat

Uudet MML-ohjelmat toteutetaan MML-generaattorilla. MDL-kuvauskieli tarjoaa helpon ja tehokkaan tavan MML-ohjelman kuvaamiseen. Menut, opasteet sekä syntaksianalyysit voidaan kirjoittaa korkean tason ohjelmointikielellä. Ainoastaan suoritusosat pitää kirjoittaa PL/M- tai C-kielellä.

2.3.2.3. Ohjelmointikielet

Tavallisten C-, PL/M- ja ASM-kielten lisäksi käytetään korkean tason ohjelmointikieliä, kuten TNSDL ja MDL. Nämä ohjelmointikielet ovat joko Nokia Telecommunicationin tai Nokia Research Centerin kehittämiä.

TNSDL on sekä toiminnallinen että kuvauskieli, joka on erityisen tehokas työkalu äärellisten automaattien ja asynkronisten rajapintojen määrittelyssä. TNSDL perustuu CCITT:n SDL-88-kieleen sekä Lotos-kieleen.

C-kieltä käytetään välikielenä, kun TNSDL-kielisiä ohjelmia käännetään suoritettavaksi koodiksi. TNSDL-kielisistä ohjelmamoduleista voidaan myös tuottaa graafinen kaavio ohjelman toiminnasta. TNSDL-kieltä käytetään myös ensisijaisena kielenä, kun määritellään ohjelmalohkojen ympäristömäärittelyjä. Ympäristömäärittelyjä ovat yhteiset tietotyypit, tietorakenteet, sanomat, hälytykset, tiedostorakenteet ja kirjastorajapinnat. TNSDL-kieliset ympäristömäärittelyt voidaan automaattisesti kääntää C-, PL/M ja ASM-kieliseksi määrittelyiksi.

DX200-järjestelmän käyttöliittymät perustuvat ITU-T:n määrittelemään MML-kieleen. DX200-järjestelmän MML-ohjelmien vakio-osien määrittelyssä käytetään erityistä MML Description Language (MDL) -kieltä. MML-generaattori MMLGEN tuottaa MDL-kielisistä määrittelyistä joukon PL/M-kielisiä ohjelmamoduleita. Lopullinen MML-ohjelma muodostetaan generoiduista moduleista ja käsin kirjoitetuista PL/M- tai C-kielisistä ohjelmamoduleista.

2.4. DX200 ISC Kansainvälisen verkon keskus

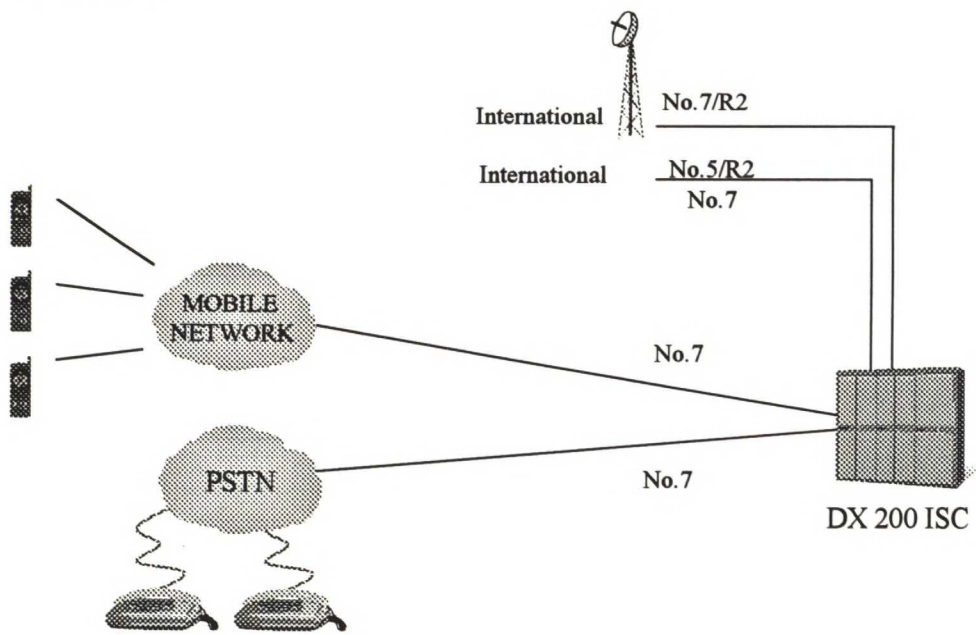
/NTC 94d/, /NTC 93a/

DX200 ISC (International Switching Centre) on kehitetty yhteistyössä erään kokeneen eurooppalaisen uusoperaattorin kanssa erityisesti uusoperaattoreiden tarpeita vastaavaksi.

Avoimuus on tärkeimpiä DX200-tuoteperheen kehityksen pääperiaatteita. DX200 ISC perustuu DX200 välitysjärjestelmäalustaan, joka sisältää välitystekniset peruspalvelut, puhelunohjauksen ja yhdysjohtomerkinannon, tietokoneen peruspalvelut sekä järjestelmän kunnossapidon. Välitysjärjestelmäalustan ansiosta on mahdollista integroida sekä kansainvälisen että kansallisen verkon keskuksen toimintoja samaan keskukseseen.

DX200 ISC:n käyttö- ja kunnossapitotoiminnot voidaan suorittaa joko paikallisesti tai keskitetysti DX200 käyttö- ja kunnossapitokeskuksesta, jonka kautta voidaan ohjata useiden DX200-keskusten käyttö- ja kunnossapitotoimintoja.

DX200 ISC:n laitteistorakenne perustuu joustavaan kasettimekaniikkaan, jonka ansiosta keskus on helposti laajennettava, pienikokoinen ja kustannustehokas. Maksimikoossaan DX200 ISC täyttää suuren kansainvälisen verkon keskuksen vaatimukset.



Kuva 5. Kansainvälisen verkon keskus /NTC 94d/

No.7	ITU-T No.7 yhteiskanavamerkinanto
R2	ITU-T R2 kanavakohtainen merkinanto
R5	ITU-T R5 kanavakohtainen merkinanto
PSTN	Yleinen kiinteä televerkko
DX 200 ISC	DX200 kansainvälisen verkon keskus

Taulukko 3. Kuvassa 5 esitetyt lyhenteet

2.4.1.Kansainvälisen verkon keskukselle asettamat erityisvaatimukset

/NTC 94d/

Perinteinen reititys kansainvälisessä puhelinverkossa perustuu yhdyskeskuksiin, jotka kytkevät kansallisen liikenteen kansainvälisille reiteille. Kansallisen ja kansainvälisen verkon raja ei enää ole yhtä selväpiirteinen uusoperaattoreiden tultua markkinoille. Samassa puhelinkeskuksessa voi olla sekä kansainvälisen että kansallisen verkon toimintoja.

Kansainvälinen verkko asettaa korkeat luotettavuus- ja stabiilisuusvaatimukset kansainvälisen verkon keskukselle, koska operaattori ei voi kontrolloida koko verkkoa. Kansainvälinen verkko koostuu useiden eri teleoperaattoreiden

keskuksista, joten on erityisen tärkeää, että operaattori tietää tarkkaan mitä keskuksessa tapahtuu.

Kansainvälinen puhelinverkko on melko samankaltainen verrattuna kansalliseen kaukoverkkoon ja myös signalointivaatimukset kummassakin verkossa ovat samankaltaiset. Kansainvälinen verkko asettaa kuitenkin erityisvaatimuksia, kuten kaiunkumoajien käyttö jne. Lisäksi kansainväliset signaloinnit ovat jonkin verran monimutkaisempia kuin kansalliset.

Kiinteässä lankaverkossa syntyy kaikua tilaajamodulien haarukkaerottimissa, joissa nelijohdinyhteys muutetaan kaksijohdinyhteydeksi. Tällöin osa signaalista heijastuu takaisin impedanssien epäsovituksen vuoksi. Käytännössä tämä ilmenee häiritseväenä kaikuna (heijastunut signaali). Matkapuhelinverkoissa esiintyy lisäksi akustista kaikua. Tämän vuoksi kaiunkumoajia tarvitaan satelliittiyhteyksillä sekä pitkillä maayhteyksillä liikenteen laadun säilyttämiseksi. Kansainvälisen verkon lisäksi kaiunkumoajia käytetään jopa kansallisissa verkoissa puheenlaadun parantamiseksi, esimerkiksi Ruotsissa ja Iso-Britanniassa.

Monipuoliset analyysi-, reititys-, mittaus-, havainnointi-, tilastointi-, ylläpito- ja testausominaisuudet ovat tarpeen vaativassa kansainvälisessä ympäristössä. Helppokäyttöisyys on tärkeimpiä vaatimuksia eri valtioiden välisten aikaerojen vuoksi, esimerkiksi verkon testit pitää voida tehdä normaalina toimistoaikana.

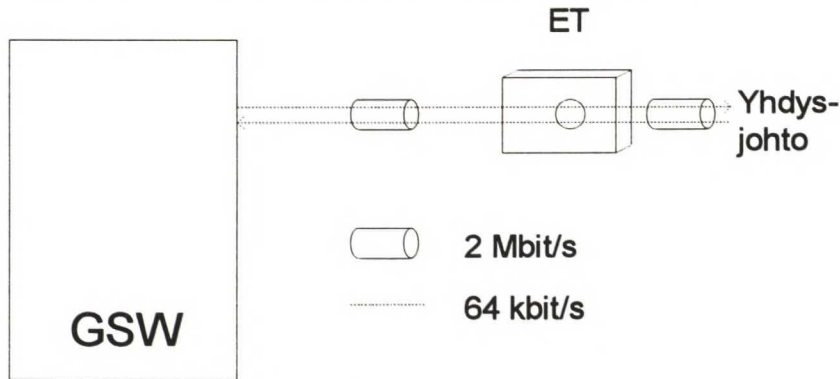
2.5. Yhdysjohtoverkko

Yhdysjohtoja käytetään kytkemään kaksi puhelinkeskusta tai puhelinkeskus ja ohivalintavaihe toisiinsa. Yhdysjohtoverkko muodostuu yhdysjohdoista ja kauttakulkukeskuksista. Puhelu reitittyy kauttakulkukeskuksien kautta, mikäli puhelun A- ja B-tilaajan keskuksilla ei ole suoraa yhdysjohtoyhteyttä toisiinsa.

Tavallisesti puhelinkeskuksen yhdysjohtoliitäntä on ITU-T:n suositusten G.703 ja G.704 mukainen 2.048.000 bit/s digitaalinen liitäntä. Tällaiselle 2 Mbit/s yhdysjohdolle on aikajakoisesti multipleksoitu 32 kpl 64.000 bit/s aikaväliä, joista aikaväliä 0 käytetään kehyslukitukseen, valvontaan sekä hälytysten siirtoon yhdysjohdon yli. Aikaväliä 16 käytetään merkinantoon kanavakohtaisissa merkinannoissa. Loput 30 tai 31 aikaväliä ovat puheaikavälejä.

Nykyisissä siirtojärjestelmissä käytetään usein huomattavasti suurempia nopeuksia kuin 2 Mbit/s, joten tavallisesti useita 2 Mbit/s yhdysjohtoja multipleksoidaan yhdelle nopeammalle yhteydelle ja edelleen demultipleksoidaan vastapäässä. Tällä tavalla saadaan useiden yhdysjohtojen liikenne siirrettyä yhden suurempi-kapasiteettisen yhteyden yli.

Johto tarkoittaa yhtä kaksisuuntaista puheyyhteyttä, digitaalisissa järjestelmissä 64 kbit/s johtoa. Puhekielessä PCM- tai 2M-johto tarkoittaa 2 Mbit/s digitaalista johtoa, jolle on multipleksoitu 32 aikaväliä. DX200-puhelinkeskusjärjestelmässä käsitellään sisäisesti 2 Mbit/s tai 4 Mbit/s PCM-johtoja.



Kuva 6. Yhdysjohdon ja 2Mbit/s PCM-johdon suhde DX200-järjestelmässä

Yhdysjohdolla tarkoitetaan yhtä kahden puhelinkeskuksen välistä tai puhelinkeskuksen ja ohivalintavaiheen välistä puhejohtoa, digitaalisissa järjestelmissä yhtä kaksisuuntaista 64 kbit/s yhteyttä. 2 Mbit/s yhdysjohdolle on multipleksoitu 32 kpl yhdysjohtoja. Puhekielessä puhutaan usein pelkästä yhdysjohdosta, kun tarkoitetaan 2 Mbit/s digitaalista yhdysjohtoa.

Johdot voivat olla kaksi- tai nelijohtimisia. Kaksijohtimisessa analogisessa johdossa tulevaa ja lähtevää siirtosuuntaa ei ole erotettu toisistaan, esimerkiksi tavallisessa analogisessa puhelinliitymässä tilaajajohto on kaksijohtiminen. Nelijohtimisessa johdossa tuleva ja lähtevä siirtosuunta on erotettu toisistaan. Digitaaliset johdot ovat aina loogisesti nelijohtimisia, eli tuleva ja lähtevä siirtosuunta on erotettu toisistaan.

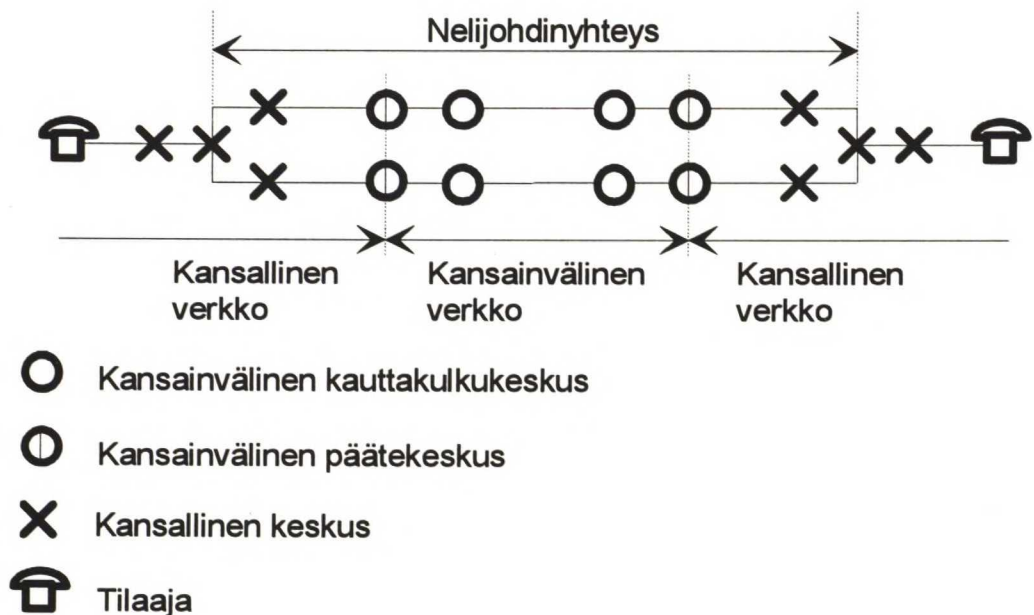
2.5.1. Kansainvälinen yhdysjohtoverkko

/ITU-T M.560/

Kansainvälinen puhelinyhteys koostuu kolmesta osasta, kuten kuvassa 7 esitetään:

- **Kansainvälinen yhteys**
Kansainvälinen yhteys koostuu yhdestä tai useammasta 4-johtimisesta kansainvälisestä johdosta. Johdot on kytketty toisiin kansainvälisiin johtoihin kansainvälisissä kauttakulkukeskuksissa tai kansallisiin johtoihin kansainvälisissä päätekeskuksissa.
- **Kaksi kansallista puhelinverkkoa**

Kansalliset puhelinverkot voivat koostua yhdestä tai useammasta 4-johdinyhteydestä sekä 2-johdinyhteyksistä päätekeskuksiin sekä tilaajiin. Digitaalisissa puhelinverkoissa ainoastaan tilaajajohto voi olla 2-johtiminen.



Kuva 7. Kansainvälinen verkko /ITU-T M.560/

2.5.2. Yhdysjohtojen liitännät DX200-järjestelmään

/NTC 92/

Digitaaliset 2 Mbit/s yhdysjohdot kytketään DX200-keskuksen ryhmävalintaportaan kytkentäkenttään keskuspäätteiden (ET) avulla. Keskuspäätteiden tehtävänä on yhdysjohdon sähköinen sovitin, tahdistus, HDB3-koodimuunnoksen teko sekä siirron valvonta. Kehysvalvontayksikkö, joka valvoo jokaisen tulevan 2 Mbit/s -johdon aikaväliä 0, sijaitsee joko integroituna keskuspäätteessä tai merkinantoyksikössä, joka suorittaa merkinannon vastaavissa 2 Mbit/s -johdoissa.

Digitaalisten 2 Mbit/s -yhdysjohtojen liitäntä keskuksen täyttää ITU-T:n suositusten G.703 ja G.704 asettamat vaatimukset. Täten CRC-4 -proseduuria voidaan käyttää kehysvalvonnassa.

Analogisia yhdysjohtoja liitettäessä tarvitaan keskuspäätteiden lisäksi laitteita, jotka suorittavat puhesignaalin analogia-digitaalimuunnoksen ja merkinannon sähköiseen järjestelmään sovittamisen. Analogiset yhdysjohdot kytketään keskuksen käyttämällä tavallisia PCM multiplekseri- ja merkinantolaitteita.

Kaiunpoistotoiminto voidaan tarvittaessa asettaa yhdysjohdoille kaiunpoistotoiminnon sisältävien keskuspäätteiden avulla. Kaiunpoistajan ohjauskanava kytketään monikanavamerkinantopäätteeseen (AS7) merkinantoyksikössä (LSU tai CCSU).

DX200-järjestelmä tarjoaa yhdysjohdoille sekä ITU-T:n merkinannon No.7 (yhteiskanavamerkinanto) että kanavakohtaiset merkinannot. Kansainvälisen verkon keskuksessa on käytettävissä merkinannot ITU-T No.7, ITU-T No.5 sekä ITU-T R2D.

3. YHDYSJOHTOJEN VIKAANTUMINEN JA VIANPAIKANNUS

/Lindberg/

Kirjaimellisesti ottaen telekommunikaatiojärjestelmät eivät vikaannu. Sen sijaan yksittäinen vastus, transistori, johto tai muu vastaavan tason komponentti voi vikaantua. Tällä ei kuitenkaan ole juurikaan merkitystä, koska yksittäistä vastusta ym. harvoin korjataan, vaan vikaantunut piirikortti ym. vaihdetaan uuteen.

Tämän vuoksi usein riittää, että vika pystytään osoittamaan vikaantuneen piirikortin tarkkuudella. Ensimmäinen askel vianpaikannuksessa pysähtyy usein vielä korkeammalle tasolle, yleensä modeemin, multiplekserin, keskus päätteen, tilaajamodulin ym. tasolle. Vian kiireellisyydestä riippuu vaihdetaanko koko yksikkö vai onko aikaa paikantaa yksiköstä vioittunut piirikortti. Myöhemmin vioittunut osa voidaan tarkastaa ja korjata.

3.1. Tyypilliset viat siirtoyhteyksillä

Yleisimpiä vikoja siirtoyhteyksillä on johdon tai kaapelin katkeaminen. Kaapelit on usein kaivettu maahan eikä uusissa kaivuutöissä aina noudateta riittävää varovaisuutta. Yhdysjohdon vioituessa liikenne useimmiten ohjautuu automaattisesti varayhteydelle, mutta tilaajajohdoilla ei ole varayhteyttä, jolloin yhteydet on poikki kunnes kaapeli on korjattu.

3.1.1. Kuparijohtimet

Johtimia käytetään kytkemään laitteita toisiinsa järjestelmien kaikilla tasoilla.

Useimmiten johdin vaurioituu joko fyysisesti tai kemiallisesti. Johto tai kaapeli katkeaa usein ihmisen toiminnan vaikutuksesta. Korroosio vaurioittaa johtimia kemiallisesti. Johdot sekä piirikorttien metallonnit syöpyvät usein juotoksissa käytettyjen kemikaalien jäämistä.

Kaapeleiden sisään tunkeutuva vesi tai kosteus aiheuttaa usein korroosiota tai oikosulkuja kaapelin sisällä olevissa johtimissa. Tämän estämiseksi kaapelit on usein paineistettu kuivatulla ilmalla tai typellä. Laskeva paine ja kasvava ilmavirta ilmaisevat usein kaapelin vaurioitumisen jo kauan ennen kuin vikoja ilmenee.

Kaapeleiden lisäksi vikoja ilmenee usein kaapeleiden päissä sekä jatkoksissa olevissa liitoskohdissa. Johtimet voidaan liittää toisiinsa juottamalla, ruuviliitoksella, puristusliitoksella tai pelkästään kiertämällä johtimien päät toisiinsa. Juotos voi syöpyä tai murtua ja muut liitokset voivat löystyä tai hapettua.

Kokemus on osoittanut että kupariliitosten viat vähenevät, jos tasavirta kulkee jatkuvasti liitosten läpi. Analogisissa puhelinjärjestelmissä johdon läpi virtaa jatkuvasti ns. silmukkavirta, joka pitää liitokset kunnossa. Digitaalisissa järjestelmissä, joissa signaalista puuttuu tasavirtakomponentti, lisätään signaaliin tasavirtakomponentti pitämään liitokset kunnossa.

3.1.2. Kulkuaaltoputket ja koaksiaalikaapelit

Kulkuaaltoputket ovat metalliputkia, joiden poikkileikkaus on nelikulmainen. Kulkuaaltoputkia käytetään mikroaaltotaajuisten signaalien siirtoon. Vaikka alunperin kulkuaaltoputket kehitettiin pitkille etäisyyksille, niitä käytetään lähinnä mikroaaltotaajuisten signaalien lyhyisiin siirtoihin, tyypillisesti signaalin siirtoon mikroaaltolähettimestä antenniin. Mikroaaltojen ominaisuuksien vuoksi kulkuaaltoputket ovat erityisen herkkiä kosteudelle, joten ne ovat yleensä paineistettuja.

Koaksiaalikaapelia käytetään siirtämään signaaleita, joiden taajuus on korkeintaan satoja megahertsejä. Koaksiaalikaapeli koostuu metallijohtimesta, jonka ympärillä on poikkileikkaukseltaan pyöreä eristekerros sekä metallinen suojaverkko. Koaksiaalikaapeli on taipuisa, mutta murtuu liiallisesta taivutuksesta. Metallinen keskijohdin on samalla tavalla herkkä rikkoutumiselle tai korroosiolle kuin tavallinen kaapelikin.

3.1.3. Optiset kuidut

Optisia kuituja käytetään optiseen tiedonsiirtoon. Optisella yhteydellä on useita etuja sähköiseen yhteyteen verrattuna, kuten pienempi vaimennus, suurempi kaistanleveys ja tunnottomuus sähkömagneettisille häiriöille. Telekommunikaatioalalla optisia kuituja käytetään yleensä sähköisten signaalien siirtoon, eli sähköinen signaali muutetaan siirtoa varten optiseksi ja vastapäässä taas sähköiseksi.

Optiset kuidut, jotka yleensä valmistetaan lasista, joka on päällystetty heijastavalla materiaalilla, kuljettavat valon kuidun sisällä. Kuidun vaimennus riippuu kuituun käytetyn lasin puhtaudesta sekä heijastavan pinnan tasalaatuisuudesta. Liitokset, joissa kaksi kuitua liitetään toisiinsa, ovat yleisimmät vikakohdat. Jotta liitokset olisivat täydelliset, kuitujen päiden pitää osua täydellisesti toisiinsa, virheen pitää olla pienempi kuin siirrettävän valon aallonpituus. Myös lähettimet, yleensä valodiodi tai laser, sekä vastaanottimet, yleensä valotransistori, pitää kohdistaa huolellisesti valokuituun, jotta vaimennus olisi mahdollisimman pieni.

Pienetkin epäjatkuvuudet liitoskohdissa lisäävät voimakkaasti optisen väylän vaimennusta. Tämän vuoksi optisten kuitujen liitokset ovat arkoja mekaaniselle rasitukselle. Lisäksi optiset kaapelit ovat yhtä herkkiä katkoksille kuin kuparikaapelit, tosin optisen kaapelin korjaaminen on huomattavasti vaikeampaa.

3.1.4. Mikroaaltoradiolinkit

Maanpäälliset radiolinkkijärjestelmät toimivat usein mikroaaltotaajuuksilla, eli yli 1 GHz taajuuksilla. Mikroaaltolinkkejä käytetään sekä digitaalisten että analogisten signaalien siirtoon. Mikroaaltotaajuiset signaalit eivät taivu maanpinnan mukana eivätkä heijastu, vaan etenevät suoraviivaisesti. Tämän vuoksi mikroaaltolinkki edellyttää näköyhteyttä vasta-asemaan. Mikäli yhteysväli on pitkä, joudutaan käyttämään yhtä tai useampaa toistinasemaa. Mikroaaltosignaalit ovat herkkiä säävaihteluille ja usein sade, sumu, lumisade tai usva häiritsevät yhteyksiä.

Useimmiten toimintahäiriöt johtuvat huonoista sääolosuhteista, mutta myös mikroaaltolähettimien ja -vastaanottimien elektroniset komponentit voivat vikaantua. Toistinasemat ovat usein huonojen liikenneyhteyksien päässä, jolloin korjausaika olla pitkä. Tämän vuoksi toistinasemien suunnittelussa kiinnitetään erityistä huomiota mahdollisimman pitkään vikaväliin.

3.1.5. Satelliittiyhteydet

Satelliittijärjestelmät eroavat maanpäällisistä radiolinkkijärjestelmistä siinä, että toistinasema sijaitsee satelliitissa maatakiertävällä radalla. Maa-asema muodostaa yhteyden toiseen maa-asemaan satelliitin välityksellä. Useimmiten satelliitti sijaitsee ns. geostationaarisella radalla, jolloin sen paikka maasta katsottuna ei muutu. Tällöin maa-asemien antennit voivat olla kiinteästi suunnatut.

Koska satelliitin korjaaminen on useimmiten mahdotonta tai ainakin erittäin kallista, satelliiteissa on useita varajärjestelmiä. Mikäli satelliitti vioittuu toimintakyvyttömäksi, on sen tilalle laukaistava toinen satelliitti. Tämän vuoksi satelliittien suunnittelun tärkein lähtökohta on mahdollisimman pitkä vikaantumisväli.

3.2. Testausperiaatteet

Tietoliikennejohtojen, -laitteiden ja -järjestelmien testaus on oleellinen osa telejärjestelmien hallintaa. Tietoliikenneyhteyksiä valvotaan käytön aikana vikojen tai ongelmien havaitsemiseksi sekä testataan havaitun tai epäillyn vian paikantamiseksi.

3.2.1. Analogisten yhteyksien testaus

Analogisten yhteyksien, laitteiden ja järjestelmien testaus voidaan jakaa neljään eri osa-alueeseen:

1. Testit itse hyötyliikenteellä
2. Testaus erityisellä testisignaaleilla
3. Kohinan ja muiden ei-toivottujen signaalien mittaaminen
4. Siirtotielle ominaisten ominaisuuksien mittaaminen (esimerkiksi impedanssin mittaaminen)

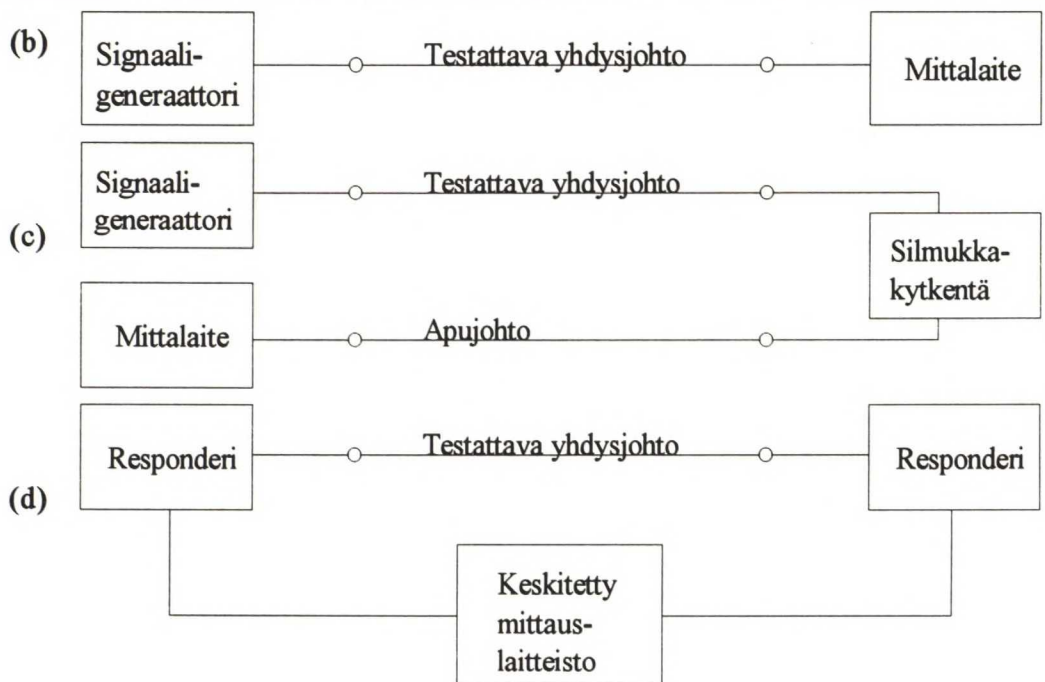
Liikennettä välittävän signaalin testaamiseksi mittalaitteet voidaan kytkeä rinnan johdon kanssa, kuten kuvassa 8a esitetään, tai johto voidaan erottaa käytöstä ja kytkeä se erityisiin testauslaitteisiin.

Signaaligeneraattori tuottaa erityisiä mittauksissa tarvittavia testisignaaleita ja pystyy lähettämään niitä johdoille (kuva 8b). Mittalaite sijoitetaan testattavan johdon toiseen päähän. Koska signaaligeneraattori ja mittalaite ovat eri paikassa, tarvitaan kaksi henkilöä testien suorittamiseen.

Jotta voitaisiin välttää mittalaitteiden ja henkilökunnan tarvetta testattavan yhteyden molemmissa päissä, voidaan käyttää ns. silmukkakytkentää (kuva 8c). Paluujohdo tai -kanava, jonka ominaisuudet tunnetaan, kytketään sarjaan testattavan johdon tai yhteyden kanssa silmukkakytkennän välityksellä. Mittalaite mittaa tällöin molempien johtojen ominaisuuksia, jolloin testattavan johdon ominaisuudet saadaan selville vähentämällä mittaustuloksista paluujohdon tunnetut ominaisuudet.

Toinen tapa, jolla vältetään mittalaitteiden ja henkilökunnan sijoittamisesta yhteyden päihin on ns. responderien käyttö (kuva 8d). Responderia voidaan ohjata keskitetysti yhdestä paikasta, esim. keskusvalvomosta. On olemassa eri tyyppisiä responderia, toiset sisältävät mittalaitteita, kun taas toisilla voidaan vain kytkeä testattava johto keskusvalvomoon mittalaitteisiin. Responderi voi myös sisältää signaaligeneraattorin, silmukkakytkentälaitteen tai vastaanottimen. Mittalaitteen sisältävä responderi pystyy lähettämään mittaustulokset keskusvalvomoon.





Kuva 8. Eri testaustavat /Lindberg/

Paluujohdon vaikutuksen minimoimiseksi silmukkakytkentätapauksessa voidaan manipuloida paluujohdolla kulkevaa signaalia. Esimerkiksi kohinamittauksissa paluujohdon kohina voidaan "hukuttaa" vahvistamalla lähetettävä signaali esimerkiksi viisinkertaiseksi ja edelleen vaimentamalla vastaanotettu signaali viidesosaan. Tällöin paluujohdon kohina pienenee viidesosaan todellisesta arvostaan.

On mahdollista testata molemmat siirtosuunnat samanaikaisesti kaksisuuntaisella siirtoyhteydellä, kuten nelijohdinyhteydellä, tekemällä silmukkakytkentä johdon toiseen päähän. Tällöin ei kuitenkaan voida erottaa kummalla siirtosuunnalla mahdollinen vika on, vaan tämän selvittämiseksi kumpikin suunta on testattava erikseen.

3.2.1.1. Signaalitaso ja vaimennus

Analogiset signaalit vaimenevat siirtojärjestelmässä vaimennuksen ja häviöiden vuoksi. Siirtojohdolla on kapasitanssia, jonka kompensoimiseksi käytetään keloja, jolloin siirtojohdosta muodostuu kaistanpäästösuodin. Päästökaista pyritään saamaan koko hyötysignaalin spektrin laajuiseksi. Vahvistimia ja toistimia käytetään kompensoimaan vaimennusta ja häviötä.

Ympäristötekijät, kuten lämpötila, kosteus ja laitteiden ikääntyminen, vaikuttavat häviöihin ja vaimennukseen. Tämän ja satunnaisten vikojen havaitsemiseksi mittauksia pitää suorittaa säännöllisin väliajoin, jopa päivittäin.

Signaalitaso ja vaimennus mitataan syöttämällä johdolle signaalia, jonka taajuus ja taso tunnetaan. Signaalin taso mitataan siirtojohdon toisessa päässä, jolloin saadaan mitatuksi johdon häviöt. Jos signaali sekä vaimenee että vahvistuu matkalla, voi häviötekijä olla joko positiivinen tai negatiivinen.

3.2.2. Digitaalisten yhteyksien testaus

Tärkein syy digitaalisen tiedonsiirron yleistymiseen on se, että tiedonsiirrossa esiintyvät häiriöt vaikuttavat siihen vähemmän kuin analogiseen tiedonsiirtoon. Vastaanottavassa päässä pitää ainoastaan ratkaista onko pulssia vaiko ei. Lähetetyt pulssit vaimenevat siirtotiellä ja lisäksi erilaiset häiriöt vaikuttavat niihin. Digitaaliset pulssit voidaan regeneroida täydellisesti mikäli pystytään ratkaisemaan onko vastaanotettu pulssi 0 vai 1, joten yhteyden laatu ei heikkene pitkälläkään yhteysvälillä.

Digitaalisten yhteyksien testaus eroaa huomattavasti analogisten yhteyksien testauksesta. Analogisilla yhteyksillä mitataan useita eri ominaisuuksia, kuten vaimennusta, impedanssia ja kohinaa. Digitaalisten järjestelmien testauksessa käytetään kahta kriteeriä: virheellisten bittien lukumäärää sekä vastaanotettujen pulssien laatua. Molemmat vaikuttavat lopulliseen laatukriteeriin, bitti- tai lohkovirhesuhteeseen.

Yksinkertainen tapa valvoa digitaalista yhteyttä on vaihtaa joka toisen pulssin polariteettia. Tällöin jos kahdella perättäisellä pulssilla on sama polariteetti, on tapahtunut ns. bipolaarivirhe. Tätä järjestelmää käytetään digitaalisilla yhdysjohdoilla yhteyden laadun valvomiseen.

Toinen tapa yhteyden laadun tarkkailemiseksi on ylimääräisten bittien lisääminen bittivirtaan. Esimerkiksi lisäämällä pariteettibitti kuhunkin bittilohkoon voidaan havaita yksittäinen bittivirhe. Lisäämällä lisää bittejä voidaan virheiden havaitsemisen lisäksi korjata virheitä. Ääritapauksessa voidaan jokainen bitti lähettää kolmesti, jolloin jokaisessa kolmen bitin lohossa voi olla yksi virheellinen bitti.

3.2.2.1. Digitaalisten järjestelmien synkronointi

Yhteenkytkettyjen digitaalisten järjestelmien pitää olla synkronoituja keskenään, jotta digitaalinen tiedonsiirto olisi mahdollista. Synkronointia tarvitaan bittien, kehysten ja aikavälien virheettömään siirtoon. Mikäli vastaanotettava bitti saapuu väärällä hetkellä, vastaanotin ei ota sitä vastaan oikein ja tapahtuu luiskahdus. Samoin kehysten ja aikavälin pitää saapua oikeaan aikaan. Tietty määrä luiskahduksia voidaan sallia käyttämällä vastaanottopuskureita. Kuitenkin riittävän

suuri määrä luiskahduksia aiheuttaa puskurin ylivuodon. Luiskahdukset voidaan sallia siirrettäessä puhetta digitaalisessa muodossa, mutta ei siirrettäessä salattua puhetta, dataa tai fakseja.

Digitaalinen verkko, jonka toiminta perustuu ainoastaan sen omaan kelloon, toimii omana saarekkeenaan. Kuitenkin heti kun verkolla on yhteys toiseen digitaaliseen verkkoon, jolla on oma kellonsa, verkot alkavat vaikuttaa toisiinsa. Ideaalitilanteessa kaikkien yhteenkytkettyjen digitaalisten verkkojen pitäisi olla synkronoituja yhteen yhteiseen kelloon, jolloin yhteinen tahdistussignaali pitäisi jakaa koko verkolle. Tyypillisesti tahdistussignaali jaetaan yksisuuntaisia väyliä käyttäen isäntäkellosta kaikille verkon muille kelloille, jotka synkronoituvat tahdistussignaaliin. Digitaalisia verkkoja, joilta puuttuu tahdistussignaali, sanotaan plesiokronisiksi. Jos jokaisen yksittäisen verkon kellosignaali on tarkka, digitaalinen verkko voi toimia plesiokronisesti.

Erittäin tarkat kellot ovat kalliita, joten niiden käyttö kaikissa verkkoelementeissä ei ole taloudellisesti järkevää. Sen sijaan käytetään yhtä isäntäkelloa, joka jakaa tarkan tahdistussignaalin verkon muille epätarkemmille kelloille. Tahdistussignaalin puuttuessa verkkoelementin oma kello muodostaa elementin kellosignaalin, jolloin elementti voi toimia plesiokronisesti. Verkkoelementin oman kellon tarkkuus määrää ajan, jonka verkkoelementti voi toimia yhtäjaksoisesti tahdistussignaalin puuttuessa.

3.3. Kaapeleiden testaus ja vian paikannus

3.3.1. Kuparikaapeliyhteyksien testaus

3.3.1.1. Kaapeleiden tunnistus

Kaapelin johdot pitää voida tunnistaa, jotta voidaan varmistua, että johtojen kytkentä on tehty oikein ja jotta tarvittaessa voidaan siirtyä käyttämään varalle jätettyjä johtoja. Mikäli maahan on kaivettu useita kaapeleita samaan kaapeliojaan, voi oikean kaapelin tunnistus jälkeinpäin olla hankalaa. Tällöin kaapeliin voidaan syöttää suurtaajuista signaalia, joka voidaan havaita mittalaitteilla kaapelin ulkopuolelta.

3.3.1.2. Kaapelivikojen paikantaminen

Etäisyys kaapelivikaan voidaan selvittää mittaamalla kaapelin resistanssia, kapasitanssia tai induktanssia johtojen tai johdon ja maan välillä. Myös kaapelin metallinen suojavaippa voidaan testata. Kaapelivika aiheutuu useimmiten katkoksesta, joka aiheuttaa sähköisten signaalien heijastumisen katkoskohdasta.

Lähetämällä kaapeliin signaalia ja mittaamalla heijastuneen signaalin kulkuviive voidaan mitata etäisyys mahdolliseen vauriokohtaan.

3.3.1.3. Kaapeleiden paineistus sekä vuodon paikantaminen

Useimmiten kaapelit paineistetaan typellä tai kuivatulla ilmalla. Tätä voidaan käyttää hyväksi kaapelivikojen etsimisessä. Koska vesi ja kosteus aiheuttaa oikosulkuja ja maadoituksia kaapelissa, on kaapeleiden paineistus sekä paineistuksen seuraaminen tärkeää. Normaalitytilanteessa ilmavirta kaapeliin on pieni, mutta jos ilmavirta äkillisesti nousee, voidaan epäillä kaapelivikaa.

3.3.2. Optisten valokaapeliyhteyksien testaus

Optisissa tiedonsiirtoyhteyksissä tieto siirretään valopulsseina lasikuituisen kaapelin välityksellä. Lähetettävä signaali on yleensä pulssikoodimoduloitua valoa.

Valokaapeleita käytetään lähinnä kytkemään puhelinkeskuksia toisiinsa tai puhelinvaihteisiin sekä joissakin tapauksissa myös tilaajajohtoihin.

3.3.2.1. Vaimennuksen mittaus

Valoaallot vaimenevat edetessään optisessa kuidussa sekä optisen kuidun liitoskohdissa. Vaimennusta aiheuttaa valoaaltojen absorboituminen sekä heijastuminen. Valo absorboituu optisen kuidun epäpuhtauksiin. Pääsyyt heijastuksiin syntyvät valokuidun asennusvaiheessa liittimissä, liitoksissa sekä valokuitujen taitoksissa.

Vaimennus mitataan lähettämällä valoa, jonka intensiteetti tunnetaan testattavan valokaapeliyhteyden läpi ja mittaamalla intensiteetti kaapelin toisessa päässä.

3.3.2.2. Vianpaikannus

Etäisyys vikakohtaan voidaan mitata aikatason reflektometrillä. Valokuituun lähetetään signaalipulssi ja mitataan aika, jonka kuluttua heijastunut pulssi saapuu takaisin lähettimeen. Aikaviiveestä voidaan laskea etäisyys potentiaaliseen vikakohtaan.

Valokuidussa osa valosta heijastuu takaisin lähettimeen. Heijastus voi johtua kuidun epäpuhtauksista, epäjatkuvuuksista liitoskohdissa tai katkoksista.

4. SUUNNITTELUTYÖN LÄHTÖKOHTA

Suunnittelutyön lähtökohtana oli ruotsalaiselle uusoperaattorille Tele2:lle toimitetusta kansainvälisen verkon keskuksesta saatu asiakaspalaute. Yhdysjohtoverkon testausominaisuuksien puuttuminen herätti melko pian arvostelua, koska verkon testaamista pidetään osana päivittäistä kunnossapitoa kansainvälisen verkon keskuksessa, lisäksi yhdysjohtoja haluttaisiin mitata ennen käyttöönottoa. /Salminen/

Nopeana korjauksena toteutettiin ominaisuus 'Test and monitoring enhancement', joka toteutti MML-komennon, jolla voi kytkeä kaksi johtoa toisiinsa yksi- tai kaksisuuntaisella kytkennällä. Tämä ominaisuus mahdollistaa ulkoisen mittalaitteen kytkemisen yhdysjohdolle, jolloin yhdysjohtoa voidaan testata. Ominaisuudella voidaan suorittaa kaikki tarvittavat yhdysjohtoverkon testit, mutta se on käyttäjän kannalta vaikeakäyttöinen. Esimerkiksi tehtyjä kytkentöjä ei voida tulostaa muuten kuin tulostamalla kaikki kytkentäkentässä olevat kytkennät käyttämällä markkerin huoltopääteliitäntää, käytönohjauspäätteeltä kytkentöjen tulostus ei onnistu. /Salminen/, /NTC 94e/, /NTC 95b/, /NTC 94f/

Tärkeimmät uudelle yhdysjohtoverkon testaus- ja tarkkailuominaisuudelle asetetut vaatimukset ovat: /NTC 95b/

- Helppokäyttöinen käyttöliittymä
- Yhdysjohtojen karkea testaus keskuksen sisäisellä laitteistolla
- Yhdysjohtojen tarkka testaus ulkoisilla mittalaitteilla
- Keskuksen sisäisten johtojen sekä yhdysjohtojen tarkkailu
- Mahdollisimman vähän muutoksia puhelunohjauksen ohjelmistoon

Myös ITU-T on ottanut kantaa yhdysjohtoverkon testaukseen suosituksessa O.11. Suosituksessa kuvataan sekä yhdysjohtoverkon, kaikusalpojen ja kaiunkumoajien testausta sekä näihin liittyvien testijohtojen käyttöä. /ITU-T O.11/

Tällä hetkellä DX200-järjestelmän yhdysjohtoverkon kunnossapito perustuu valvontaan, joka havaitsee häiriötilanteet ja pyrkii erottamaan viallisiksi havaitut yhdysjohdot käytöstä. Lisäksi yhteiskanavamerkinantoa (ITU-T No.7) käytävillä yhdysjohdoilla on optionaalisena ominaisuutena puhutien tarkistus. /NTC 94c/, /NTC 94g/

4.1. Test and monitoring enhancement

/NTC 94f/

'Test and monitoring enhancement' on ominaisuus, joka mahdollistaa ulkoisen mittalaitteen liittämisen DX200-järjestelmään. Mittalaite voidaan kytkeä MML-komennolla mille tahansa johdolle.

Aikaisemmin mittalaitteen käyttö oli hyvin hankalaa ja aikaavievää, koska kytkentöjen muodostaminen oli hankalaa. Ominaisuus lisää järjestelmään MML-komennon, jolla mitkä tahansa kaksi johtoa voidaan kytkeä toisiinsa joko yksi- tai kaksisuuntaisella kytkennällä. Kytkemällä mittalaite kaksisuuntaisella kytkennällä testattavalle yhdysjohdolle voidaan suorittaa kaikki tarvittavat yhdysjohdon testit. Ominaisuuden mukana toimitetaan Nokian DM2-multiplekseri, joka tarjoaa sekä analogisen nelijohdinliitännän että digitaalisen 64 kbit/s liitännän mittalaitteille.

MML-komennolla voidaan ainoastaan suorittaa kytkentä. Kytkentä puretaan kytkemällä sama mittalaitejohto uudelleen johtoon 0-0, jolloin kytkentä purkautuu. Tehtyjä kytkentöjä ei voi tulostaa MML-komennolla, mutta markkeritietokoneen huoltopäätteelle on tehty laajennusohjelma, jolla voidaan tulostaa ryhmävalintaportaan kytkentäkentän kytkentätietueet. Näistä tietueista voidaan tarkistaa mitkä kytkennät ovat aktiivisia.

4.2. ITU-T suosituksen O.11 mukaiset testijohdot

/ITU-T O.11/

ITU-T:n suositus O.11 'Maintenance access lines' kuvaa joukon testijohtoja, joihin kytkeytymällä voidaan mitata siirtotien erilaisia ominaisuuksia. Testijohdot mahdollistavat puhelinkeskusten välisten yhdysjohtojen manuaalisen sekä automaattisen testauksen.

Testijohdot ovat valintaisia 4-johtimisia johtoja, joihin mittalaite kytkeytyy valitsemalla testijohdon numeron. Kytkennän synnyttyä mittalaite voi suorittaa mittauksen. Mittauksen suoritettava mittalaite sijaitsee eri keskuksessa kuin testijohdot. Testauksen kohteena ovat näiden kahden keskuksen väliset yhdysjohdot.

Tieto testijohdosta, johon kytkeydytään etäkeskuksessa, välitetään etäkeskukseen testattavan yhdysjohdon merkinannon välityksellä. Merkinannoissa ITU-T No.4, No.5, No.6, No.7 (YKM), ITU-T R1 ja R2 on mahdollista pyytää kytkentää testijohtoon.

Testijohdot voidaan toteuttaa keskuksen joko keskuksen sisäisellä laitteistolla tai liittämällä keskuksen ulkoisia laitteita, jotka toteuttavat testijohdot. Keskuksen tehtävänä on suorittaa kytkentä yhdysjohdolta testijohtoon, kun sitä yhdysjohton merkinannossa pyydetään. Jos kyseinen testijohto on varattu tai ei ole kalustettu, palautetaan varattu- tai numero ei ole käytössä -signaali.

4.2.1. Balansoitu hiljainen testijohto

Balansoitu hiljainen testijohto lähettää aluksi mittalaitteelle suosituksen ITU-T O.6 mukaista testiäntä 13-15 sekunnin ajan. Tämän jälkeen mittalaitteelle lähetetään hiljaisuutta, kunnes yhteys katkaistaan.

Tämän testijohdon tarkoitus on mahdollistaa etäkeskuksen käyttöhenkilökunnan suorittama yksisuuntainen vaimennuksen ja kohinan mittaus.

4.2.2. Käyttöhenkilökunnan testijohto

Johdon tarkoitus on toimia operaattorin testipuhelimen liittymänä. Johdon tarkoituksena on toimia sekä vikailmoitusten vastaanottopisteenä että mittalaitteiden liitänjohtona.

Jos käyttöhenkilökunnalla on useita testijohtoja, niille voidaan antaa eri käyttötarkoituksia. Johdot voivat olla siirtoyhteyksien testaamiseen tarkoitettuja, keskuksen puhelunvälityksen testaamiseen tarkoitettuja tai vikaraporttijohtoja.

4.2.3. Kaikusalvan testijohto

Kaikusalvan testijohto on testijohto, joka on kytketty kaikusalvan testilähettimeen kansainvälisessä keskuksessa. Testijohto mahdollistaa etäkeskuksen suorittaman puoliautomaattisen keskuksien välisten yhdysjohtojen kaikusalpojen testauksen.

4.2.4. Silmukkatestijohto

4.2.4.1. Analoginen silmukkatestijohto

Analoginen silmukkatestijohto on testijohto, joka aluksi lähettää suosituksen ITU-T O.6 mukaista testiäntä 13-15 sekunnin ajan. Tämän jälkeen johto kytketään hiljaiseen testijohtoon 13-15 sekunnin ajaksi, jonka jälkeen johto kytketään silmukalle, eli tuleva siirtosuunta kytketään lähtevään siirtosuuntaan kunnes yhteys katkaistaan.

Johto mahdollistaa etäkeskuksen käyttöhenkilökunnan suorittaman nopean vaimennus- ja kohinamittauksen kumpaankin siirtosuuntaan. Lisäksi sitä voidaan käyttää automaattiseen testaukseen.

4.2.4.2. Digitaalinen silmukkatestijohto

Digitaalinen silmukkatestijohto on testijohto, joka kaiuttaa vastaanotetun digitaalisen signaalin takaisin. Testijohtoa käytetään digitaalisen yhdysjohdon bittivirhesuhteen määrittämisessä kokonaan digitaalisissa järjestelmissä sekä yhdysjohdon nopeassa yhdysjohdon tarkistuksessa sekä kokonaan että osittain digitaalisissa järjestelmissä.

Yhteyden synnyttyä mittalaite voi lähettää joko analogista testisignaalia tai digitaalista testibittikuviota. Mittalaite voi mitata vastaanotetun signaalin signaalitasoa tai määrittää bittivirhesuhdetta vastaanotetusta bittikuviosta.

4.2.5. Kaiunkumoajan testijohto

Kaiunkumoajan testijohto on valintainen testijohto, joka on kytketty kaiunkumoajan testilähettimeen. Testijohdon tarkoituksena on antaa mahdollisuus testattavan yhdysjohdon kaiunkumoajien testaamiseen.

4.2.6. ATME 2 testijohdot

ATME 2 testijohdot ovat testijohtoja, joita automaattinen yhdysjohtokokeilija ATME käyttää hyväksi yhdysjohtojen testauksessa. ATME kuvataan suosituksessa ITU-T O.22 /ITU-T O.22/.

4.3. Yhdysjohtoverkon kunnossapito

/NTC 94c/

DX200-järjestelmä valvoo yhdysjohtoverkkoa reaaliaikaisesti. Valvonnan kohteina ovat digitaaliset yhdysjohdot ja keskuspäätteet. Häiriötilanteissa järjestelmä eristää vikaantuneen yhteyden liikenteeltä, kunnes yhteys palautuu kuntoon. Kunnossapitohenkilökunta saa tiedon tapahtuneesta hälytysjärjestelmän kautta ja uusi liikenne ohjataan yhteyksille, jotka toimivat moitteettomasti.

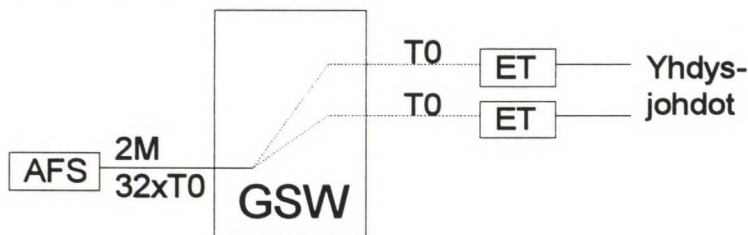
Yhdysjohdoilla esiintyvät viat voidaan usein ennustaa jopa useita päiviä ennen itse vian ilmaantumista, kun johdolla havaitaan yhä kasvava määrä lyhyitä häiriöitä. Tätä varten järjestelmä tallettaa tilastoja häiriöistä ja käytettävyyssominaisuuksista päivittäin kaikista yhdysjohdoista.

4.3.1. Yhteyksien valvonta

Yhteyksien valvonta tarkkailee yhdysjohtojen toimintakuntoa kunkin PCM-johdon aikavälissä T0 saamansa informaation perusteella. Mikäli valvonta havaitsee häiriön, jonka kesto ylittää hälytyksen suodatusrajan, se asettaa hälytyksen ja

eristää yhteyden liikenteeltä (käynnissä olevat puhelut säilyttäen). Vikatilanteissa järjestelmä sulkee yhteyden pois käytöstä, kunnes vikatilanne poistuu. Vikaantuneille yhteyksille suuntautuvat puhelut ohjautuvat vaihtoehtoisille yhteyksille.

Valvonnan suorittaa keskus pääte (ET) kehyslukitusliitännän (AFS) avustuksella. Keskuspääte lähettää hälytystietonsa aikavälissä T0 kytkentäkenttään. AFS on kytketty 2 Mbit/s johdolla kytkentäkenttään. Kytkentäkentässä ET:ltä tuleva aikaväli T0 kytketään puolikiinteästi yhteen AFS:lle menevän sisäisen johdon aikaväliin. Siten yksi AFS voi vastaanottaa usean yhdysjohdon hälytykset. AFS sijaitsee joko OMU-tietokoneessa tai ko. yhdysjohdon merkinantoa ohjaavassa tietokoneyksikössä.



Kuva 9. Yhdysjohtoverkon valvontalaitteisto /NTC 94c/

Valvonta tarkkailee jatkuvasti yhdysjohtojen kuntoa seuraavilla menetelmillä:

- Kehystahdistuksen tarkkailu
- Bittivirheiden tarkkailu kehystahdistussignaalin avulla
- CRC-virheiden tarkkailu
- Parittomassa T0-aikavälissä tulevien hälytysbittien tarkkailu
- Vastapään lähettämien CRC-virheilmoitusten tarkkailu
- Luiskahdusten tarkkailu

4.3.1.1. Parittomassa T0-aikavälissä AFS:lle siirrettävä informaatio

ET tarkkailee kehyslukitusta ja rekisteröi virheellisesti vastaanotetut kehykset. Samoin CRC-virheet ja vastapäästä saadut CRC-virheilmoitukset rekisteröidään. Virheiden lukumäärät lähetetään AFS:lle sanomatavuina sekunnin välein jatkokäsittelyä varten.

ET vastaanottaa kaukopään hälytysbitit parittomassa T0-aikavälissä, muodostaa niistä sanomataavun ja lähettää sen AFS:lle. Vastaavasti lähipään hälytykset siirretään AFS:lle. Lähipään hälytykset ovat:

- Negatiivinen luiskahdus (kehys jätetään pois)
- Positiivinen luiskahdus (kehys toistetaan)

- CRC-ylikehystahdistusta ei saavutettu
- Kehystahdistus menetetty
- AIS vastaanotettu (AIS-ilmoitus vastapäälle kehystahdin menetyksestä)
- Tuleva signaali puuttuu
- ET:n uudelleenkäynnistys

Hälytysinformaatiota lähetetään AFS:lle niin kauan kuin ko. tilanne on päällä.

4.3.1.2. Parillisessa T0-aikavälissä AFS:lle siirrettävä informaatio

Parillisen T0-aikavälin sisältö on:

10011011

Sitä käytetään tahdistamaan tiedonsiirtokanava AFS:lle.

4.3.2. Häiriöiden tilastointi

Yhdysjohtojen häiriöiden tilastointi kokoaa vuorokausittaisia tilastotietoja kaikista keskuksiin kytketyistä, toiminnassa olevista yhdysjohdoista. Tilastojen avulla saadaan tieto kaikista valvonnan havaitsemista toimintahäiriöistä mukaan lukien häiriöt, jotka eivät ole aiheuttaneet kunnossapidollisia toimia. Lyhyet häiriöt tilastoidaan joko häiriötilanteen muuttuessa tai kun häiriö on kestänyt yli suurimman sallitun ajan. Johdoille suoritetaan jatkuvasti pysyvää mittausta.

Tilastoitavia häiriöitä ovat:

- Kehyslukitusmerkkivirheet
- AIS vastaanotettu
- Kehyslukitus menetetty
- Kaukopään hälytys
- Tuleva signaali puuttuu
- Luiskahdukset
- CRC-virheet

Käyttäjällä on mahdollisuus lisäksi määritellä lyhyitä tilapäismittauksia sekä tarkastella tilastointilaskurien arvoja MML-komennoilla.

4.3.3. Nykyisen kunnossapidon puutteet

Yhdysjohtojen kunnossapito koostuu yhteyksien valvonnasta sekä häiriöiden tilastoinnista. Tällä järjestelmällä virheet huomataan käytön aikana, mutta yhdysjohdoille ei voida tehdä varsinaista vianpaikannusta. Myöskään häiriöiden vuoksi käytöstä erotettua yhdysjohtoa ei voida automaattisesti tai manuaalisesti testata, vaan se otetaan automaattisesti takaisin käyttöön häiriön poistuessa.

Käyttöhenkilökunta voi tosin siirtää häiriöiden takia käytöstä erotetun digitaalisen yhdysjohdon takaisin toimintatilaan ja käynnistää lyhytaikaisen häiriöiden mittauksen mahdollisten vikojen selvittämiseksi.

4.4. Puhetien tarkistus

/NTC 94g/

Puhetien tarkistus kuuluu yhteiskanavamerkinannon (ITU-T No.7) ITUP- ja IISUP-käyttäjäosiin optionaalisena ominaisuutena. Ominaisuus mahdollistaa puhejohtojen tarkistuksen ennen käyttöönottoa, mikäli johdoilla käytetään yhteiskanavamerkinantoa.

Puhetien tarkistus suoritetaan MML-komennolla. Yhdellä komennolla voidaan testata korkeintaan yhden PCM-johdon kaikki puhejohdot. Testitulokset tulostetaan MML-päätteelle.

Puhetien tarkistuksella operaattori voi myös varmistua siitä, että yhdysjohdon tunnistekoodi on sama molemmissa keskuksissa. Tällöin ei tarvitse soittaa testipuhelua toiseen keskukseseen. Puhetien tarkistus on myös nopeampi ja helpompi suorittaa testipuheluun verrattuna.

4.4.1. Puhetien tarkistuksen toiminta

Puhetien tarkistus suoritetaan MML-komennolla ennen johdon käyttöönottoa. Testi voidaan suorittaa lähtevälle yhdysjohdolle, jos johdon tila on erotettu (BARRED by USER), tulevalle yhdysjohdolle, jos johdon tila on teljetty (BLOCKED by USER) ja kaksisuuntaiselle yhdysjohdolle, jos johdon tila on poissa käytöstä (SEPARATED by USER). Jos yhdysjohto on aktiivitilassa, puhetien tarkistuksen suoritus on estetty.

Kun puhetien tarkistus-komento annetaan, keskus lähettää etäkeskukselle puhetien tarkistuspyynnön ja kytkee testiäänilähetin/vastaanottimen tarkistettavaan johtoon. Etäkeskus kytkee johdon silmukalle.

Jos keskus vastaanottaa johdolta testiäänäen ennen aikavalvonnan laukeamista ja testiäänäen taajuus ja signaalitaso ovat hyväksyttävien rajojen sisällä, testiäänilähetin/vastaanotin kytketään pois johdolta ja etäkeskukselle lähetetään puhetien tarkistuksen lopetuspyyntö.

Jos testiäänäntä ei havaita ennen aikavalvonnan laukeamista tai äänen taajuus tai signaalitaso eivät ole hyväksyttävien rajojen sisällä, testiäänilähetin/vastaanotin kytketään pois johdolta ja etäkeskukselle lähetetään tieto epäonnistuneesta

puhetien tarkistuksesta. Lyhyen viiveen (1-3 minuuttia) jälkeen puhetien tarkistusta eritetään uudelleen ja jos se epäonnistuu edelleen annetaan tilanteesta hälytys ja yritetään uudelleen viiveen jälkeen.

Toistuva puhetien tarkistus loppuu ja hälytys kuitataan pois, kun johto todetaan toimivaksi. Jos operaattori poistaa johdon käytöstä tarkistuksen aikana, tarkistusta ei enää yritetä uudestaan, mutta hälytys jää päälle.

Puhetien tarkistus päättyy myös jos

- signaalintyhteys katkeaa
- IAM (initial address) -sanoma vastaanotetaan
- UCIC (unequipped circuit identification code) -sanoma vastaanotetaan
- RSC (reset circuit) -sanoma vastaanotetaan

Puhetien tarkistuksen suoritus pysähtyy, kun ensimmäinen viallinen johto havaitaan. Viallinen johto ja suoritusjärjestyksessä seuraavat, vielä testaamattomat johdot tulostetaan päätteelle. Puhetien tarkistus suoritetaan uudelleen vialliselle johdolle kunnes johto tulee kuntoon. Puhetien tarkistusta ei suoriteta automaattisesti vielä testaamattomille johdoille, jos viallisen johdon testi lopetetaan komennolla.

4.5. ITU-T O.6 testiäni

/ITU-T O.6/

PCM-yhteyden yli reititetyn johdon signaalitasomittauksessa saattaa olla huomattava virhe, mikäli PCM-järjestelmän näytteenottotaajuus on jokin käytetyn testiänen taajuuden monikerta. Virhe voi olla jopa $\pm 0,15$ dB 800 Hz taajuudella tai $\pm 0,20$ dB 1000 Hz taajuudella, jos käytetään 8000 Hz näytteenottotaajuutta ja 8-bitin näytteistystä, kuten PCM-järjestelmissä yleensä. Muissa mittaussparametreissa, kuten kokonaissärössä, virhe saattaa olla vieläkin suurempi.

Tämän vuoksi suositellaan käytettäväksi testitaajuutta, jonka mikään monikerta ei ole PCM-järjestelmän näytteenottotaajuus. Uusissa mittalaitteissa ja operaattorien välisessä yhteistyössä suositellaan käytettäväksi 1020 Hz taajuutta testiänenä.

- 1020 Hz testitaajuutta suositellaan laitteisiin, jotka tuottavat testisignaaleita. Taajuden toleranssin pitää olla $+2 - -7$ Hz.
- Nimellinen signaalitaso on -10 dBm $\pm 0,1$ dB.
- Mittalaitteiden, jotka mittaavat testiäniä, pitää voida mitata testiäniä, joiden taajuus on välillä 1000 - 1025 Hz.

5. SUUNNITELLUN JÄRJESTELMÄN KUVAUS

5.1. Yhdysjohtojen testausmenetelmät

ITU-T O.11 suosituksen mukaiset testausmenetelmät sekä puhetien tarkistus perustuvat yhdysjohtojen merkinannossa siirrettävään tietoon, jolloin etäkeskuksen toiminta voidaan tehdä automaattiseksi. Tämä edellyttää myös muutoksia keskuksen puhelunohjausohjelmistoon. Suunnitellussa järjestelmässä yhtenä lähtökohtana on, ettei puhelunohjaukseen tarvitse tehdä muutoksia. /ITU-T O.11/, /Salminen/

Suosituksen ITU-T O.11 mukaiset testausmenetelmät ovat peräisin aikakaudelta, jolloin sekä puhelinkeskukset että yhdysjohdot olivat analogisia. Testijohdoissa on otettu huomioon juuri analogisille yhdysjohdoille ominaisten häiriöiden mittaaminen. Esimerkiksi kohinan mittaaminen ei ole tarpeen kokonaan digitaalisissa järjestelmissä. Koska DX200-puhelinkeskusjärjestelmä on digitaalinen ja lisäksi yhdysjohdot ovat nykyään analogisia vain poikkeustapauksissa, ei ole järkevää toteuttaa suosituksen O.11 mukaista testausjärjestelmää täydessä laajuudessaan. /NTC 95b/

Puhetien tarkistus on käytössä vain yhteiskanavamerkinantoa ITU-T No.7 käytävillä yhdysjohdoilla. Puhetien tarkistus testaa ainoastaan, ettei yhdysjohdolla ole katkosta. /NTC 94g/

5.1.1. Valitut testausmenetelmät

Testausmenetelmiä valittaessa käytettiin pohjana ITU-T:n suosituksessa O.11 kuvattuja testausmenetelmiä. Koska testauksen kohteena ovat yhdysjohdot, toteutetaan ainoastaan yhdysjohtojen testauksessa välttämättömät ominaisuudet, esimerkiksi kaiunkumoajien testijohdot ei toteuteta.

Yhdysjohtojen testaukseen toteutetaan kaksi eri testausmenetelmää: karkea testi sekä tarkka testi. Karkea testi suoritetaan samaan tapaan kuin puhetien tarkistus, eli lähetetään signaalia ja suoritetaan mittaaminen vastaanotetusta signaalista. Karkea testi toteutetaan puhelinkeskuksen sisäisellä laitteistolla ja ohjelmistolla. Tarkka testi puolestaan suoritetaan puhelinkeskukseen kytkettävällä ulkoisella mittalaitteella, joka kytketään testattavalle yhdysjohdolle.

Lisäksi tarvitaan mahdollisuutta tehdä silmukkakytkentä yhdysjohdolle sekä mahdollisuutta kytkeä yhdysjohto hiljaiseen testijohdostoon. Silmukkakytkentää ja kytkentää hiljaiseen testijohdostoon käytetään etäkeskuksessa yhdysjohtojen testauksen aikana.

Testausmenetelmät jaetaan kahteen osaan, karkea testi sekä silmukkakytkentä kuuluvat sisäiseen osaan ja tarkka testi sekä hiljainen testijohto ulkoiseen osaan. Ulkoisen osan käytössä tarvitaan puhelinkeskukseen liitettävää ulkoista mittalaitetta.

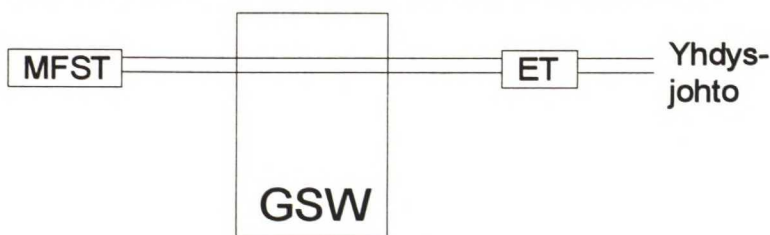
5.1.1.1. Sisäinen osa

Sisäiseen osaan kuuluvat puhelinkeskuksen sisäisellä laitteistolla tehtävä karkea testi yhdysjohdolle sekä yhdysjohdon kytkeminen silmukalle. Karkea testi vastaa pääpiirteittäin yhteiskanavamerkinannon puhutien tarkistusta. Silmukkakytkentää käytetään kaiuttamaan vastaanotettu signaali takaisin yhdysjohdolle.

Karkeassa testissä käytetään ITU-T:n suosituksen O.6 mukaista testiääntä. Monitaajuusmerkinantopäätte MFST sekä tuottaa testiäänäen että suorittaa mittauksen vastaanottamastaan äänestä. MFST pystyy tunnistamaan ja hyväksymään suosituksen O.6 mukaisen testiäänäen sekä suorittamaan kokonaistasomittauksen vastaanottamastaan signaalista.

Testi suoritetaan kytkemällä MFST kytkentäkentän kautta testattavalle yhdysjohdolle. Perustapauksessa etäkeskuksen käyttöhenkilökunta on kytkenyt testattavan yhdysjohdon silmukalle, jolloin lähetetty signaali palaa takaisin yhdysjohtoa pitkin. MFST sekä lähettää O.6 testiääntä että suorittaa mittauksen vastaanottamastaan signaalista. Mittauksen valmistuttua MFST lopettaa testiäänäen lähetyksen ja ilmoittaa mittaustuloksen.

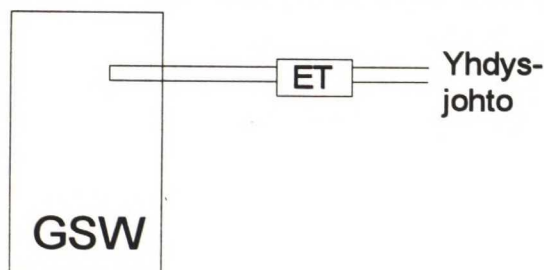
O.6 testiäänäen lähetyksen lisäksi voidaan lähettää ääntä halutulla taajuudella ja signaalitasolla. Testiääntä voidaan myös pelkästään lähettää halutun mittaisen ajan tai pelkästään tehdä mittaus vastaanotetusta signaalista.



Kuva 10. Testi ITU-T O.6 testiäänellä

Useimmissa tapauksissa etäkeskuksessa tehdään silmukkakytkentä yhdysjohtoa testattaessa. Silmukkakytkennässä kytkentäkenttään tehdään kytkentä, jossa yhdysjohto kytketään itseensä yksisuuntaisella kytkennällä. Tällöin tulevalta siirtosuunnalta tulevat oktetit kopioidaan muuttumattomina lähtevälle siirtosuunnalle. Esimerkiksi karkean tai tarkan testin perustapauksessa etäkeskus

tekee silmukkakytkennän testattavalle yhdysjohdolle, jolloin testaava keskus vastaanottaa yhdysjohdolta lähettämänsä signaalin ja voi tehdä siitä mittauksen.



Kuva 11. Silmukkakytkentä

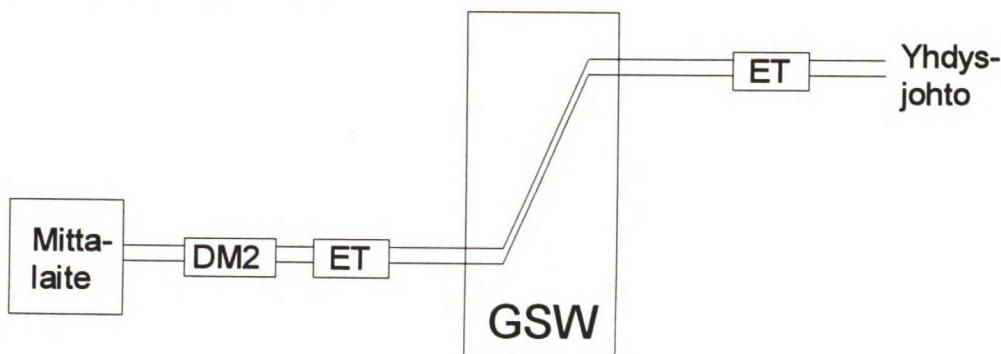
5.1.1.2. Ulkoinen osa

Ulkoinen osa tarjoaa liitännän ulkoisille mittalaitteille multiplekserin välityksellä. Ulkoisella mittalaitteella voidaan suorittaa erilaisia testejä yhdysjohtojille. Järjestelmä ei ota kantaa siihen, mitä testejä mittalaitteilla suoritetaan, vaan tarjoaa ainoastaan rajapinnan mittalaitteiden liittämiseksi järjestelmään.

Tyypillisessä tapauksessa mittalaite lähettää signaalia yhdysjohdolle ja etäkeskuksessa vastaava mittalaite vastaanottaa ja suorittaa mittauksia. Etäkeskus on myös voinut kytkeä testattavan yhdysjohdon silmukalle, jolloin mittalaite sekä lähettää signaalia että suorittaa mittauksen lähettämästään yhdysjohdon yli kulkeneesta signaalista.

Multiplekseriliitännät voivat olla analogisia tai digitaalisia 64 kbit/s nelijohdinliitäntöjä, joten on mahdollista käyttää sekä analogisia että digitaalisia mittalaitteita. Multiplekserinä käytetään Nokian DM2 multiplekseriä.

Mittalaitteen lisäksi analogiseen mittalaiteliitäntään voidaan kytkeä 600Ω päätevastus, jolloin saadaan ns. hiljainen testijohto. Hiljainen testijohto lähettää hiljaisuutta, jolloin kytkeytymällä tähän johtoon voi etäkeskus mitata kohinaa analogisen yhdysjohdon yli.



Kuva 12. Testauskytkentä käytettäessä järjestelmän ulkopuolista mittalaitetta

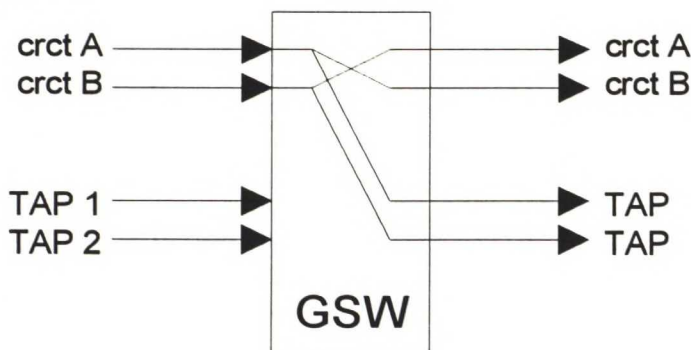
5.1.1.3. Testauksen vaikutus puhelunohjauksen ohjelmistoon

Lähtökohtana oli, ettei yhdysjohtojen testausjärjestelmä aiheuta muutoksia puhelunohjauksen ohjelmistoon. Tähän tavoitteeseen pääseminen edellyttää, ettei yhdysjohtojen signaloinnissa siirretä testaukseen liittyviä sanomia tai merkinantoa puhelinkeskusten välillä. Tämän vuoksi testaus on täysin käyttöhenkilökunnan ohjaamaa, eli etäkeskus ei yhdysjohtojen testauksessa toimi automaattisesti, vaan tarvittavat kytkennät etäkeskuksessa suorittaa etäkeskuksen käyttöhenkilökunta.

Jotta yhdysjohtojen testaus ei häiritsisi normaalia puheluliikennettä yhdysjohdoilla, suoritetaan testaus aina puhelunvälityksestä erotetuilla yhdysjohdoilla. Ennen testausta testattavien yhdysjohtojen tila pudotetaan normaalista toimintatilasta testitilaan, jolloin yhdysjohdoille ei enää välitetä uusia puheluita. Testitilaan siirtyminen ei kuitenkaan katkaise käynnissä olevia puheluita, tai siirrä niitä toisille yhdysjohdoille, joten ennen testausta varmistetaan, että mahdolliset puhelut ovat päättyneet. Jos yhdysjohdolla on puhelu käynnissä, voidaan joko odottaa puhelun päättymistä tai ääritilanteissa katkaista puhelu käytönohjauspäätteeltä.

5.2. Tarkkailu

Operaattorilla on usein tarvetta tarkkailla keskuksen johtoja teknisten ongelmien selvittämiseksi. Tarkkailutoiminto mahdollistaa minkä tahansa keskuksen johdon, sekä sisäisen, tilaaja- että yhdysjohdon, tarkkailun. Koska DX200-järjestelmän ryhmävalintaportaan kytkentäkenttä on täysin estoton ja koska kytkentä tehdään kytkemällä kytkentäkentästä lähtevä johto kenttään tulevaan johtoon, voidaan mikä tahansa kytkentäkenttään tuleva johto kytkeä useampaan kuin yhteen lähtevään johtoon.



Kuva 13. Tarkkailukytkennässä vaaditut kytkennät

Kuvassa 13 esitetään kytkennät, jotka tehdään kytkentäkenttään, kun johto A on kytketty kaksisuuntaisella kytkennällä johtoon B ja kaksi mittalaitetta (TAP 1 ja TAP 2) on kytketty tarkkailemaan niitä.

Johtojen tarkkailu ei kytkentäkentän digitaalisuuden vuoksi millään tavalla häiritse johdoilla kulkevaa liikennettä. Tarkkailu ei myöskään vaadi mitään muutoksia olemassaolevaan puhelunvälitysohjelmistoon.

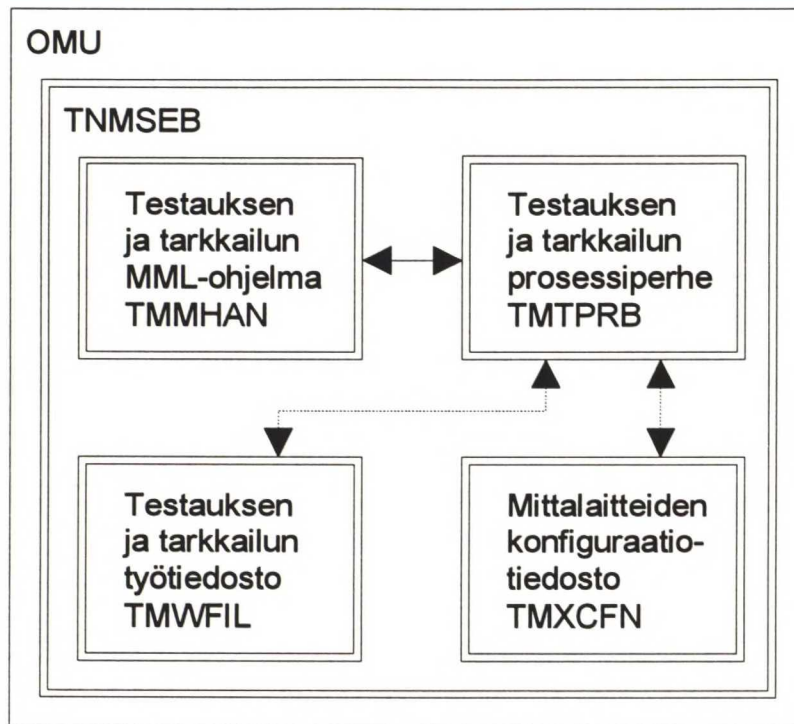
5.3. Testauksen ja tarkkailun ohjelmisto

Testaus ja tarkkailu toteutetaan DX200-järjestelmän ohjelmiston lohkojaossa verkon kunnossapidon järjestelmälohkon NEMSYB yhdysjohtoverkon kunnossapidon palvelulohkoon TNMSEB. Koska testaus ja tarkkailu on luonteeltaan kunnossapidollinen toiminto, sen ohjelmisto sijoitetaan DX200-järjestelmässä käyttö- ja kunnossapitotietokoneeseen OMU.

5.3.1. Ohjelmiston rakenne

Ohjelmistoon tarvitaan vähintään MML-ohjelma, joka ottaa vastaan käyttäjän komennot MML-päätteeltä sekä tiedostot, joihin talletetaan tiedot tehdyistä testaus- ja tarkkailukytkennöistä sekä järjestelmään liitetyistä mittalaitteista. Koska DX200-järjestelmän MML-ohjelmat pyritään tekemään mahdollisimman yksinkertaisiksi, toteutukseen tarvitaan lisäksi MML-ohjelman vastakappale, joka suorittaa MML-ohjelmalle annetut komennot.

Kuvassa 14 esitetään testaus- ja tarkkailuohjelmiston rakenne. TMMHAN toimii käyttöliittymänä ja tulkitsee käyttäjän antamat komennot sekä lähettää ne edelleen TMTPRB:lle suoritettavaksi. TMTPRB tekee tarvittavat kytkennät ja muut operaatiot sekä päivittää ja lukee työtiedostoa TMWFIL sekä mittalaitteiden konfiguraatitiedostoa TMXCFN.

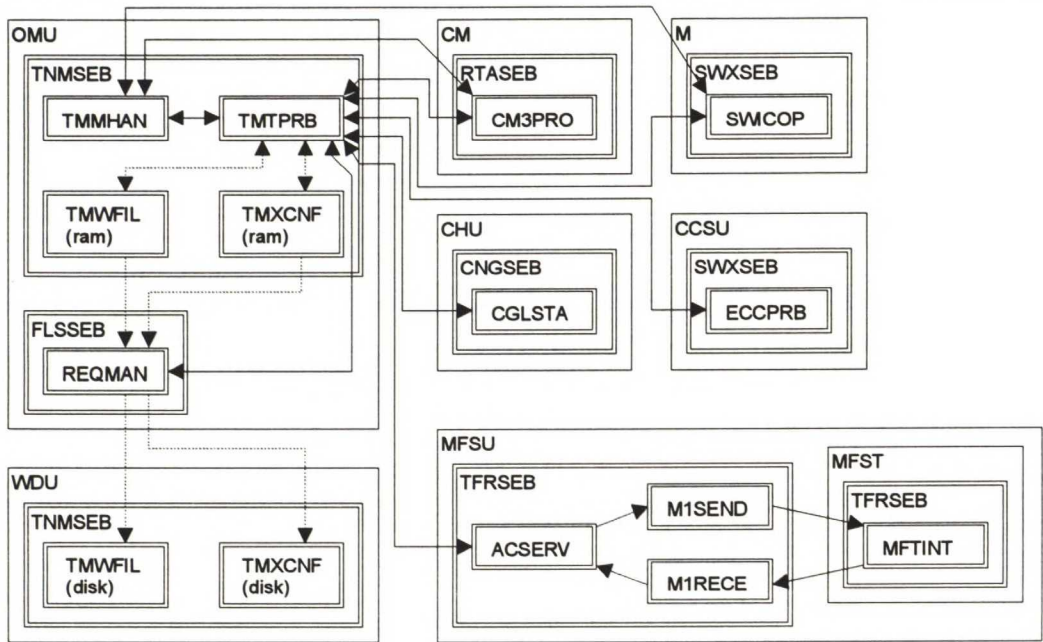


Kuva 14. Testauksen ja tarkkailun ohjelmiston perusrakenne

Kuvassa yhtenäinen viiva esittää kommunikointia sanomarakajapinnan kautta ja katkoviiva suoraa lukemista tiedostosta tai kirjoittamista tiedostoon.

5.3.2. Rajapinnat muuhun järjestelmään

Kuvassa 15 on kuvattu testauksen ja tarkkailun sanomarakajapinnat muuhun järjestelmään. Edelleen sanomarakajapinnat on kuvattu yhtenäisellä viivalla ja suora tiedoston lukeminen ja kirjoittaminen katkoviivalla.



Kuva 15. Järjestelmän rajapinnat

5.3.2.1. MFST-pistoyksikön ohjelma MFTINT

MFTINT on MFST-pistoyksikön ohjelma, joka sisältää sekä hallintaohjelman että signaaliprosessorien ohjelman. MFST-pistoyksiköllä on Intel 80186-prosessori sekä kaksi TMS320C51-signaaliprosessoria. Hallintaohjelma huolehtii tehtävien jakamisesta signaaliprosessoreille. Signaaliprosessorien ohjelma toteuttaa signaloinnin lähetyksen ja vastaanoton PCM-johdolta.

MFTINT kommunikoi ACSERV-ohjelmalohkon kanssa välittäjäprosessien M1SEND ja M1RECE välityksellä.

MFTINT kuuluu merkinantopalvelut (SGLSYB) -järjestelmälohkon äänitaajuusmerkinanto (TFRSEB) -palvelulohkoon.

Testaus ja tarkkailu vaatii uuden toiminnon toteutusta MFTINT-ohjelmaan. Testauksessa ja tarkkailussa MFST lähettää ITU-T:n suosituksen O.6 mukaista testiäntä sekä suorittaa mittauksia vastaanotetusta äänestä.

5.3.2.2. ASS-kanavan palveluohjelmalohko ACSERV

ACSERV (ASS channel server) -prosessiperheen tehtävänä on laiteresurssien tehokas tarjoaminen. ACSERV tarjoaa MFC- ja PRB-laitteiden käyttöpalveluja sekä mahdollistaa monitaajuusmerkinannon näppäinvalintatilaajan ja keskuksen välillä sekä keskusten välisessä merkinannossa.

ACSERV hoitaa keskuksen kalustuksesta riippuen joko ASS-kanavien tai MFST-laiteresurssien hallinnan. ACSERV välittää signaalintisanomat palvelun pyytäjän ja merkinanto-ohjelman välillä. Näin palvelun pyytäjän ei tarvitse tietää keskuksen kalustusta MFC- ja PBR-laitteiden osalta.

ACSERV kuuluu merkinantopalvelut (SGLSYB) -järjestelmälohkon äänitajuusmerkinanto (TFRSEB) -palvelulohkoon.

Testaus ja tarkkailu vaatii uuden toiminnon toteuttamista ACSERV-ohjelmalohkoon. ACSERV:ltä varataan MFC-laite (MFST) testiäänien lähettämiseen ja/tai vastaanottamiseen.

5.3.2.3. Väylöityksen toimintatilojen hallintaohjelmalohko CM3PRO

Väylöityksen toimintatilojen hallintaohjelmalohko CM3PRO hallitsee yhdysjohtojen ja väylöityksen toimintatiloja.

CM3PRO kuuluu väylöityksen analyysit (RTASEB) -palvelulohkoon välitystekniset peruspalvelut (BSRSYB) -järjestelmälohkossa.

5.3.2.4. Laskennan ohjausohjelmalohko CGLSTA

Laskennan ohjausohjelmalohko toimii muiden ohjelmien, kuten MML-ohjelmien, vastakappaleena ja käsittelee laskutusprosessin tiedostoja.

Laskutuksen ohjausohjelmalohkon tehtäviä ovat:

- Liikennemittausten käynnistys, lopetus ja kysely
- Yhdysjohtomittausten kontrollitiedostojen hallinta
- Laskutustietueiden tulostus
- Laskutustietueiden korjaus
- Puhelutietojen lähettäminen MML-ohjelmille
- Puheluiden jäljitys
- Digitaalisten vaihteiden laskutus

CGLSTA kuuluu laskutus (CNGSEB) -palvelulohkoon välitystekniset peruspalvelut (BSRSYB) -järjestelmälohkossa.

5.3.2.5. Kaiunpoistoyksikön ohjausohjelmalohko ECCPRB

Kaiunpoistoyksikön ohjausohjelmalohko (ECCPRB) ohjaa yhdysjohtojen kaiunpoistajia. ECCPRB vastaanottaa "kaiunpoisto päälle" ja "kaiunpoisto pois päältä" -sanomia puhelunohjauksen ohjelmalohkoilta. Kaiunpoistoyksikön ohjausohjelmalohko sijoittuu kytkentäpalvelulohkoon (SWXSEB) välitystekniset peruspalvelut (BSRSYB) -järjestelmälohkossa.

5.3.2.6. Kytkentäohjelmaloikka SWICOP

Kytkentäohjelmaloikkon (SWICOP) tehtävänä on

- Kytkentäkentän alustus
- Johtojen kuulostus ja kytkentä

SWICOP kuuluu kytkentäpalveluloikkoon (SWXSEB) välitysteknisten peruspalveluiden järjestelmäloikkossa (BSRSYB).

5.3.2.7. Tiedostojen levypäivitysten hallintaohjelmaloikka REQMAN

Tiedostojen levypäivitysten hallintaohjelmaloikka REQMAN toimii kaikissa DX200-järjestelmän tietokoneyksiköissä.

REQMANin tehtävänä on ottaa vastaan tiedostojen levypäivityspyyntöjä muilta prosesseilta ja siirtää niitä oikeisiin päivitysjonoihin, joita palvelee tiedostojen talletusohjelmaloikka SAVDAT. REQMAN ja SAVDAT muodostavat yhdessä tiedostojen levypäivitysjärjestelmän joka pitää huolen siitä, että työmuistissa tehdyt tiedostopäivitykset päivitetään levymuistiin siten, että tiedostojen eheys taataan. REQMAN ja SAVDAT kuuluvat File Services (FLSSEB) -palveluloikkoon tietokoneen peruspalvelut (BCSSYB) -järjestelmäloikkossa.

5.3.3. Erityispiirteitä

Koska testauksen ja tarkkailun ohjelmaloikka TMTPRB toimii käyttö- ja kunnossapitotietokoneessa OMU, jota ei ole varmennettu, pitää työtiedoston TMWFIL sisällön säilyminen OMU:n mahdollisissa uudelleenkäynnistymisessä turvata muilla keinoilla. Ongelma ratkaistaan tallettamalla työtiedosto TMWFIL levymuistiin aina, kun sen sisältö muuttuu. Tällä tavalla voidaan varmistua siitä, että kaikki kytkentäkenttään tehdyt testaus- ja tarkkailukytkennät ovat myös testaus- ja tarkkailuohjelmiston tiedossa ja että tehdyt kytkennät voidaan myös haluttaessa purkaa.

Toisena toteutusvaihtoehtona olisi TMTPRB:n ja tiedostojen sijoittaminen johonkin varmennettuun tietokoneyksikköön, kuten keskusmuistiin (CM), jolloin varmennus olisi käytössä. OMU:n lisäksi kunnossapidollisia ohjelmia on sijoitettu keskusmuistiin, mutta keskusmuisti on kuitenkin hyvin kuormitettu yksikkö eikä sen kuormitusta haluttu enää lisätä.

Koko järjestelmän uudelleenkäynnistys on tilanne, jossa kaikki testauskytkennät halutaan poistaa. Järjestelmä tiedottaa uudelleenkäynnistymisen laajuudesta kaikille palvelun tilanneille ohjelmaloikoille uudelleenkäynnistymisen jälkeen. Jos kyseessä oli koko järjestelmän uudelleenkäynnistys, työtiedosto TMWFIL tyhjennetään.

Järjestelmän uudelleenkäynnistyksessä myös kytkentäkenttä alustetaan, joten kytkentöjä ei tarvitse erikseen purkaa. Myös aktiivisen markkerin (M) uudelleenkäynnistyksessä kytkennät häviävät. Tästä saadaan tieto, jotta työtiedosto voidaan tyhjentää.

5.4. Testauksen ja tarkkailun toiminta

5.4.1. Testauksen ja tarkkailun käyttöliittymä

Testauksella ja tarkkailulla käyttöliittymällä (TMMHAN) voidaan suorittaa seuraavat tehtävät:

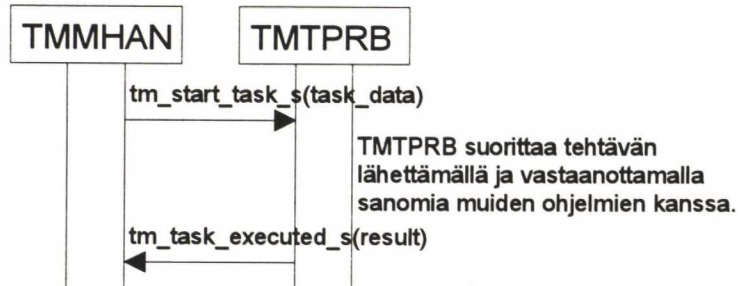
- Ulkoisen mittalaitteen konfigurointi
- Mittalaitteen poisto konfiguraatiosta
- Mittalaitteiden konfiguraation tulostus
- Yhdysjohdon testaus sisäisellä testisignaalilla
- Yhdysjohdon kytkentä ulkoiseen mittalaitteeseen
- Yhdysjohdon kytkentä hiljaiseen testijohtoon
- Silmukkakytkennän asetus
- Tarkkailukytkennän asetus
- Kytkennän purku
- Päällä olevien testikytkentöjen, tarkkailukytkentöjen ja silmukkakytkentöjen tulostus

TMMHAN toimii käyttöliittymänä. TMMHAN ottaa vastaan käyttäjän komennot, neuvoo käyttäjää MML-komennon antamisessa sekä suorittaa syntaksianalyysin annetulle komennolle.

TMMHAN suorittaa tarkistuksia, jotta ei olisi mahdollista häiritä testauksella normaalia puheluliikennettä. Testauskytkennän ja silmukkakytkennän tekeminen onnistuu vain yhdysjohdolle, joka on siirretty testitilaan ja jolla ei ole kytkentöjä. Signaalointikäytössä olevien yhdysjohtojen testaaminen on estetty. Testattavien yhdysjohtojen tila tarkistetaan väylöityksen toimintatilojen hallintaohjelmalohkolta (CM3PRO) ja varaustila kytkentäohjelmalohkolta (SWICOP). Tämä sanomanvaihto on esitetty liitteessä 2.

Mikäli halutaan testata tai tarkkailla useita johtoja yhdellä MML-komennolla, johdot käsitellään yksi kerrallaan. Seuraavan johdon testaus aloitetaan, kun edellinen testi on valmistunut. Mikäli halutaan testata jonkin väylän kaikki johdot yhdellä MML-komennolla, TMMHAN kysyy CM3PRO:lta väylälle kuuluvat johdot. Väylän johtojen hakeminen on esitetty liitteessä 2.

Jos annettu komento oli kunnollinen sekä sen suoritus on mahdollista, TMMHAN täyttää annetun komennon perusteella palvelupyynnösanoman kentät ja lähettää palvelupyynnösanoman TMTPRB:lle. TMTPRB kuittaa vastaussanomalla tehtävän suoritetuksi. Vastaussanomassa on tieto tehtävän onnistumisesta sekä mahdollinen tulos tai pyydetty tieto.



Kuva 16. TMMHAN:in ja TMTPRB:n välinen rajapinta

Kuvassa 16 on esitetty TMMHAN:in ja TMTPRB:n välinen sanomarakajapinta yksinkertaistettuna. Sanomarakajapinnat on esitetty tarkemmin liitteessä 2. TMMHAN:n käyttöliittymä on kuvattu kappaleessa "Käyttöliittymä".

5.4.2. Testauksen ja tarkkailun prosessiperhe

TMTPRB:n tehtävänä on ottaa vastaan TMMHAN:n lähettämät palvelupyynnot, suorittaa tehtävä ja palauttaa kuittaus, pyydetty tieto, testin tulos tai virhekoodi, jos tehtävä jostakin syystä epäonnistui. Kuvassa 16 kuvattiin TMMHAN:in ja TMTPRB:n välinen rajapinta yksinkertaistettuna. Liitteessä 2 on kuvattu TMTPRB:n kaikki sanomarakajapinnat eri komentojen suorituksessa.

TMTPRB:n tarjoamat palvelut ovat:

- Ulkoisen rajapinnan konfigurointi, konfiguraation kysely
- Testi ITU-T O.6 testiäänellä
- Silmukkakytkentä
- Testauskytkentä tai hiljainen testilinja ulkoiselle mittalaitteelle
- Tarkkailukytkentä
- Päällä olevien kytkentöjen kysely
- Kytkenän purku

5.4.2.1. Mittalaiteliitännän konfigurointi, konfiguraation kysely

Mittalaiteliitännän konfiguroinnissa TMMHAN lähettää sanoman, jossa on mittalaiteliitännän täydellinen konfiguraatio. TMTPRB kirjoittaa tämän konfiguraation mittalaitteiden konfiguraatitiedostoon TMXCNF ja kuittaa

operaation suoritetuksi sanomalla. Mittalaitte poistetaan konfiguraatiosta, jos sanomassa mittalaitteen konfiguraatiokentät ovat tyhjiä.

Konfiguroinnin tulostus voidaan tehdä kaikista mittalaiteliitännöistä tai vain halutuista mittalaiteliitännöistä. TMMHAN lähettää sanoman, jossa se pyytää jonkin tietyn mittalaitteen konfiguraatiota. TMTPRB vastaa sanomalla, jossa on ko. mittalaitteen tiedot. Jos TMMHAN kysyy useamman kuin yhden mittalaitteen tietoja, kysytään ensin ensimmäisen mittalaitteen tiedot. Mukana saadaan indeksi seuraavaan mittalaitteeseen. Tällä indeksillä kysytään seuraavan tiedot ja niin edelleen.

5.4.2.2. Testi ITU-T O.6 testiäänellä

Testissä O.6 testiäänellä /ITU-T O.6/ pyydetään MFC-palvelua ASS-kanavan palveluohjelmalohkolta (ACSERV). ACSERV varaa MFC-laitteen sekä kytkee sen halutulle johdolle. Tämän jälkeen ACSERV:lta pyydetään signaalin lähetystä ja/tai vastaanotetun signaalin mittausta.

Jos vastaanotto on valittu, mittaustuloksen valmistuttua puretaan kaikki kytkennät ja myös mahdollinen signaalin lähetys lopetetaan. Mittaustulos lähetetään sanomassa TMMHAN:lle, joka tulostaa sen päätteelle. Jos vastaanottoa ei valita, äänen lähetys jatkuu, kunnes kytkentä puretaan. Pääle jätetystä testiäänien lähetyksestä kirjoitetaan tieto työtiedostoon.

5.4.2.3. Silmukkakytkentä

Silmukkakytkentä tehdään yksisuuntaisella kytkennällä, jossa johto kytketään itseensä yksisuuntaisella kytkennällä. Silmukkakytkentä suoritetaan lähettämällä kytkentäpyyntösanoma kytkentäohjelmalohkolle (SWICOP).

Yhdysjohdon silmukkakytkentä mahdollistaa etäkeskuksen suorittaman testin, esimerkiksi testin O.6 testiäänellä. Tehdystä kytkennästä kirjoitetaan tieto työtiedostoon.

Silmukkakytkentä on päällä kunnes TMMHAN lähettää kytkennän purkupyynnön.

5.4.2.4. Testauskytkentä ulkoiselle mittalaitteelle

Testauskytkentä ulkoiselle mittalaitteelle ja kytkentä hiljaiselle testilinjalle eivät eroa suorituksestaan toisistaan, mutta kytkentätiedostoon kytkennöille merkitään eri tyyppi ja ennen kytkennän suoritusta tarkistetaan kytkentään osallistuvan mittalaiteliitännän käyttötarkoitus. Kytkentä tehdään kytkemällä yhdysjohto kaksisuuntaisella kytkennällä yhdysjohdolle. Kytkentä suoritetaan lähettämällä

kytkentäpyyntösanoma kytkentäohjelmalohekelle (SWICOP). Työtiedostoon kirjoitetaan tieto tehdystä kytkennästä.

Testauskytkentä tai kytkentä hiljaiselle testijohdolle on päällä kunnes TMMHAN lähettää kytkennän purkupyynnön.

5.4.2.5. Tarkkailukytkentä

Tarkkailukytkennässä tehdään kaksi yksisuuntaista kytkentää kahden mittalaiteliitännän lähteville johdoille. Ensimmäisen mittalaiteliitännän lähtevään johtoon kytketään tarkkailtavan johdon tuleva siirtosuunta. Toisen mittalaiteliitännän lähtevään johtoon kytketään tarkkailtavan johdon lähtevään siirtosuuntaan kytketty tuleva johto. Kytkennän suorittaa kytkentäohjelmaloheko (SWICOP). Mittalaiteliitännöjen tulevia siirtosuuntia ei kytketä mihinkään. Työtiedostoon kirjoitetaan tieto tehdystä kytkennästä.

Tarkkailukytkennässä parametrina on tarkkailtava johto sekä mittalaiteliitännät, joihin tarkkailukytkentä tehdään. Tarkkailtava johto voidaan antaa joko johdon numerona tai tilaajan puhelinnumerona, jolloin tilaajalla pitää olla puhelu käynnissä. Jos tarkkailu tehdään johdon numeron perusteella, kytkentäohjelmalohekelta (SWICOP) saadaan tieto johdosta, joka on kytketty annettuun johtoon. Jos tarkkailu tehdään tilaajanumeron perusteella, saadaan tiedot molemmista johdoista laskennan ohjausohjelmalohekelta (CGLSTA).

Tarkkailukytkentä on päällä kunnes TMMHAN lähettää kytkennän purkupyynnön.

5.4.2.6. Päällä olevien kytkentöjen kysely

Päällä olevien kytkentöjen kyselyssä TMMHAN lähettää sanoman, jossa se pyytää ensimmäistä kytkentätietuetta. TMTPRB vastaa sanomalla, jossa on ensimmäinen kytkentätietue sekä seuraavan kytkentätietueen indeksi. TMMHAN kyselee lisää kytkentöjä kytkentätietueen indeksi perusteella kunnes kaikki kytkennät on kysely.

Päällä olevista kytkennöistä saadaan tieto työtiedostosta TMWFIL, johon TMTPRB kirjoittaa tiedon kaikista tekemistään kytkennöistä. Tieto kytkennästä poistetaan työtiedostosta kytkennän purkamisen yhteydessä.

5.4.2.7. Kytkennän purku

Kytkennän purussa TMMHAN lähettää purkupyynnön TMTPRB:lle. Purkupyynnössä kerrotaan mikä kytkentä halutaan purkaa. TMTPRB etsii työtiedostosta tiedot kytkennästä, purkaa kytkennän ja vapauttaa kaikki kytkentää varten varatut resurssit, esim. testiäänien lähetyksen. Tieto kytkennästä poistetaan työtiedostosta ja TMMHAN:lle lähetetään kuittaus operaation suorituksesta.

Kytkenän purku suoritetaan joko lähettämällä kytkennän purkupyyntösanoma kytkentäohjelmalohekolle (SWICOP) tai vapauttamalla testiään lähety lähetämällä palvelun lopetuspyyntösanoma ASS-kanavan palveluohjelmalohekolle (ACSERV).

5.4.2.8. Erityistä

Joihinkin keskuspäätteisiin on integroitu kaiunpoistaja. Tällöin kaiunpoistaja kytketään pois päältä ennen testaus- tai silmukakytkenän suorittamista, sillä kaiunpoisto häiritsee mittauksia. Kaiunpoistajan poiskytkentää pyydetään kaiunpoistajan ohjausohjelmalohekolta (ECCPRB).

5.4.3. Testauksen ja tarkkailun työtiedosto

TMWFIL on testauksen ja tarkkailun työtiedosto. Tiedostossa säilytetään tietoa kytkennöistä, jotka on tehty, mutta ovat vielä purkamatta. Kutakin kytkentää vastaa tietue, jonka alkioina ovat johto, jolle kytkentä on tehty, kytkennän tyyppi sekä kytkentään mahdollisesti osallistuvan mittalaiteliitännän indeksi.

5.4.4. Testauksen ja tarkkailun konfiguraatitiedosto

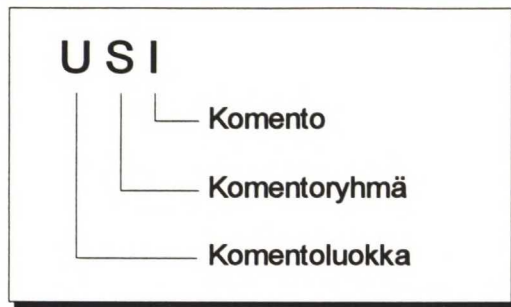
TMXCNF on testauksen ja tarkkailun ulkoisen rajapinnan konfiguraatitiedosto. Kutakin mittalaiteliitännää vastaa tietue, jossa kuvataan ko. mittalaiteliitännän ominaisuudet. Tietueen alkioita ovat liitännän tyyppi (digitaalinen/analoginen) sekä liitännän käyttötarkoitus (testaus/tarkkailu/hiljainen testilinja). Lisäksi kuhunkin mittalaiteliitännään voi liittää lyhyen merkkijonomuotoisen kommentin.

5.5. Käyttöliittymä

5.5.1. DX200-järjestelmän MMI-käyttöliittymä

/NTC 93b/

DX200-järjestelmän MMI-käyttöliittymä tarjoaa joustavan ja yhtenäisen käyttöliittymän sekä satunnaisille että kokeneille käyttäjille. MMI-järjestelmä perustuu ITU-T:n standardoimaan MML-kieleen. MML-komentoja annetaan DX200-järjestelmän käytönohjauspäätteiltä.



Kuva 17. MML-komennon rakenne /NTC 93b/

MML-komennoissa käytetään kolmitasoista hierarkiaa. Komennon ensimmäinen kirjain ilmoittaa komentoluokan, toinen komentoryhmän ja kolmas komennon.

MML-komento tunnistetaan kolmen annetun kirjaimen mukaan, kun lähtötaso on päätaso 'MAIN LEVEL'. Komento voidaan antaa joko suoraan koko komento kerralla tai keskustelumuotoisesti, jolloin MML-ohjelma avustaa käyttäjää komentomenuilla sekä parametriopasteilla.

MML-komento koostuu kolmikirjaimisesta komentokoodista ja parametrilohkoista, jotka erotetaan toisistaan kaksoispisteellä. Parametrilohko sisältää parametreja, jotka erotetaan toisistaan pilkulla. Parametrit voivat olla joko paikkamääritteisiä tai nimimääritteisiä. Paikkamääritteinen parametri tunnistetaan parametrin paikan perusteella, nimimääritteisessä parametrissa taas annetaan sekä parametrin nimi että sen arvo.

MML-ohjelmat toteuttavat MML-komennot. Jokaista MML-komentoryhmää vastaa yksi MML-ohjelma. Kun käyttäjä on antanut komennon komentoryhmätasolle asti, MMI-järjestelmä lataa kyseisen MML-ohjelman levymuistista RAM-muistiin suoritettavaksi. Kukin MML-ohjelma vastaa opasteista oman komentoryhmätasonsa menusta alkaen.

5.5.2. Testauksen ja tarkkailun käyttöliittymä

Testauksen ja tarkkailun käyttöliittymä noudattaa DX200-järjestelmän MMI-käyttöliittymien yleisiä periaatteita sekä ITU-T:n suosituksia. Käyttöliittymä toimii käyttäjän rajapintana yhdysjohtojen testaus- ja tarkkailujärjestelmään.

Testauksen ja tarkkailun MML-ohjelma TMMHAN toteuttaa käyttöliittymän. Sen tehtävänä on ottaa vastaan käyttäjän antamat komennot ja parametrit sekä opastaa käyttäjää niiden syöttämisessä. TMMHAN kommunikoi sanomarakajapinnan kautta vastakappaleensa TMTPRB:n kanssa, joka suorittaa varsinaiset tehtävät sekä antaa tulokset tai kuittauksen tehtävän suorituksesta käyttöliittymälle.

Käyttöliittymällä voidaan suorittaa seuraavat tehtävät:

- Ulkoisen mittalaitteen liitännän konfigurointi
- Mittalaitteen poisto konfiguraatiosta
- Konfiguraation tulostus
- Yhdysjohdon testaus sisäisellä testisignaalilla
- Yhdysjohdon testaus ulkoisella mittalaitteella
- Yhdysjohdon kytkentä hiljaiseen testijohtoon
- Silmukkakytkeä
- Tarkkailukytkeä
- Kytkennän purku
- Päällä olevien kytkentöjen tulostus

5.5.2.1. Testauksen ja tarkkailun paikka komentohierarkiassa

Testausta ja tarkkailua varten on varattu oma komentoryhmä. Testaus ja tarkkailu on MMI-järjestelmässä järjestelmän valvonnan komentoluokassa 'SYSTEM SUPERVISION', komentoluokka 'Y'. Samassa komentoluokassa on mm. testipuheluiden hallinta sekä keskuspäätteiden valvonta. Kuvassa 18 esitetään komentoluokan 'Y' sisältö.

Järjestelmän valvonnasta on varattu komentoryhmä 'K' testausta ja tarkkailua 'TRUNK CIRCUIT TEST AND MONITORING' varten. Tästä seuraa, että kaikki testauksen ja tarkkailun komennot ovat 'YK'-alkuisia.

```
SYSTEM SUPERVISION COMMAND <Y__>
< ?

DX 210    DX220-LAB    1995-05-16    13:20:00


SYSTEM SUPERVISION

? ..... DISPLAY MENU
C ..... TEST CALL HANDLING
E ..... EXCHANGE TERMINAL SUPERVISION HANDLING
K ..... TRUNK CIRCUIT TESTING AND MONITORING
M ..... PCM STATISTICS: MEASUREMENT AND OUTPUT
S ..... SWITCHING TIME SUPERVISION HANDLING
T ..... TIME SLOT BASED UNITS SUPERVISION HANDLING
Z; .... RETURN TO MAIN LEVEL


SYSTEM SUPERVISION COMMAND <Y__>
<
```

Kuva 18. Komentoluokka Y

5.5.2.2. Testauksen ja tarkkailun komentoryhmä

Komentoryhmätasolle päästään, kun komennosta on annettu kaksi ensimmäistä kirjainta. Komentoryhmätason menussa on lueteltuna kaikki komennot, jotka sisältyvät kyseiseen komentoryhmään. 'Z' ja '?' ovat kaikille menuille yhteisiä komentoja. Komennolla 'Z' palataan päätasolle ja komennolla '?' tulostetaan kyseisen tason komentomenu.

TMMHAN-MML-ohjelman suoritus alkaa, kun käyttäjä on päässyt komennon antamisessa komentoryhmätasolle, eli antanut komennon 'YK'. MMI-järjestelmä huolehtii MML-ohjelman latauksesta levymuistista ja käynnistämisestä. TMMHAN-MML-ohjelman vastuulla käyttäjän opastamisessa on neuvominen komentoryhmätason menusta alkaen.


```
TRUNK CIRCUIT TESTING AND MONITORING COMMAND <YK_>
< ?

DX 210    DX220-LAB    1995-05-16    13:21:00

TRUNK CIRCUIT TESTING AND MONITORING

? ..... DISPLAY MENU
C: ..... CONFIGURE THE EXTERNAL MEASUREMENT DEVICE
R: ..... REMOVE CONFIGURATION OF THE EXTERNAL MEASUREMENT DEVICE
E; ..... OUTPUT THE EXTERNAL MEASUREMENT DEVICE CONFIGURATION
S: ..... TEST THE TRUNK CIRCUIT WITH INTERNAL TEST SIGNAL
T: ..... TEST THE TRUNK CIRCUIT WITH EXTERNAL MEASUREMENT DEVICE
Q: ..... CONNECT TRUNK CIRCUIT TO QUIET TERMINATION
L: ..... SET LOOP CONNECTION
M: ..... SET MONITOR CONNECTION
D: ..... DISCONNECT CONNECTION
O; ..... OUTPUT ACTIVE CONNECTIONS
Z; ..... RETURN TO MAIN LEVEL

TRUNK CIRCUIT TESTING AND MONITORING COMMAND <YK_>
<
```

Kuva 19. Komentoryhmä YK

5.5.2.3. Testauksen ja tarkkailun komennot

Testauksen ja tarkkailun komentomenu on esitetty kuvassa 19. Kuvassa on esitetty testauksen ja tarkkailun komentokirjaimet sekä komentojen englanninkielinen nimi. Komentojen nimet sekä komentokirjaimet noudattavat DX200-järjestelmän MMI-käyttöliittymien yleisiä muotosääntöjä.

Komennot ovat:

- C** Konfiguroi ulkoinen mittalaiteliitäntä
Ulkoisen mittalaiteliitännän konfiguroinnissa annetaan konfiguroitava mittalaiteliitäntä sekä mittalaiteliitännän tiedot. Mittalaiteliitännän tietoja ovat liitännän tyyppi, käyttötarkoitus sekä lyhyt kommentti.
- R** Poista ulkoisen mittalaitteen konfiguraatio
Mittalaitteen poistossa annetaan poistettavan mittalaitteen indeksi.
- E** Tulosta ulkoisten mittalaiteliitäntöjen konfiguraatio
Komento tulostaa ulkoisten mittalaitteiden konfiguraation, eli samat tiedot jotka konfigurointikomennolla annettiin. Komennolla ei ole parametreja.
- S** Testaa yhdysjohto sisäisellä testisignaalilla

Komento testaa parametrina annetut johdot testisignaalilla. Parametrina annetaan myös testin tyyppi, joka voi olla lähetys, vastaanotto tai molemmat samanaikaisesti.

T Testaa yhdysjohto ulkoisella mittalaitteella

Komento kytkee parametrina annetut johdot yksi kerrallaan ulkoiseen mittalaitteeseen.

Q Kytke yhdysjohto hiljaiseen testilinjaan

Komento kytkee parametrina annetut johdot yksi kerrallaan hiljaisen testilinjaan käytössä olevaan mittalaiteliitäntään.

L Aseta silmukkytkentä

Komento kytkee parametrina annetut yhdysjohdot silmukalle.

M Aseta tarkkailukytkentä

Komento asettaa tarkkailukytkennän. Parametrina annetaan tarkkailtavan johdon numero sekä mittalaitteen indeksi.

D Pura kytkentä

Komento purkaa kytkennän parametrina annetulta yhdysjohdolta.

O Tulosta päällä olevat kytkennät

Komento tulostaa kaikki päällä olevat testaus-, tarkkailu ja silmukkytkennät. Komennolla ei ole parametreja.

Yksittäisten johtojen testaus tai tarkkailu

Yksittäisen johdon tapauksessa testaus- tai tarkkailukomento muodostaa halutun kytkennän. Kytkeä on päällä kunnes käyttäjä purkaa kytkennän kytkennän purkukomennolla, joten purkaminen jää käyttäjän vastuulle. Päällä olevien kytkentöjen tulostuskomennolla voidaan tulostaa kytkennät. Purkukomennolla voidaan myös purkaa myös kaikki päällä olevat kytkennät yksittäisen kytkennän lisäksi.

Useiden johtojen testaus tai tarkkailu samalla komennolla

MML-komennon parametrina voidaan antaa useita johtoja tai kokonainen väylä. Testauksessa ja tarkkailussa johdot käsitellään yksitellen. Seuraavaan johtoon siirrytään vasta kun käyttäjä komentaa siirtymään seuraavan johdon testaukseen.

Kuvassa 20 esitetään tulostus, kun kytkentä on tehty ja odotetaan lupaa siirtyä seuraavaan johtoon. Käyttäjällä on mahdollisuus jatkaa seuraavan johdon testauksella, jolloin jo testatun johdon kytkennät poistetaan, tai lopettaa ja jättää päällä oleva testauskytkentä purkamatta tai lopettaa ja purkaa päällä oleva

kytkentä. Päälle jätetty kytkentä pitää purkaa erikseen purkukomennolla. Kun johdot loppuvat, myös viimeisestä johdosta kysytään lopetetaanko vai jätetäänkö kytkentä päälle. Näin myös viimeisen johdon kytkentä puretaan eikä kytkentää tarvitse erikseen purkaa toisin kuin yksittäisen johdon tapauksessa.

Testaus ja tarkkailu toimivat manuaalisesti, koska ne tehdään ulkoisella mittalaitteella eikä ohjelmisto voi tietää koska halutaan siirtyä testaamaan tai tarkkailemaan järjestyksessä seuraavaa johtoa. Myös testi sisäisillä testisignaaleilla toimii näin, koska testin suoritus edellyttää etäkeskuksen tekemiä kytkentöjä. Nämä kytkennät voidaan joutua tekemään yksi kerrallaan testauksen edetessä.

Silmukkakytkentä suoritetaan välittömästi kaikille annetuilla johdoille, samoin kytkennän purku.

Esimerkki useamman johdon testauksesta on kappaleessa 'Käyttöesimerkkejä'.

5.5.2.4. Testauksen ja tarkkailun opasteet

MML-ohjelman tärkeimpiä tehtäviä on käyttäjän opastaminen. Käyttäjä saa apua kaikissa komennon antamisen vaiheissa painamalla 'ENTER'-näppäintä ennenkuin komento on kokonaan annettu. Toisaalta kokenut käyttäjä voi myös antaa komennon suoraan ilman 'ENTER'-näppäimen painamista komennon antamisen aikana, jolloin käyttäjää ei neuvota.

Opasteita on kolmella tasolla. Komentokirjaimien annon jälkeen MML-ohjelma opastaa parametrilohkotasolla. Parametrilohkotasolla MML-ohjelma neuvoo parametritasolla. Parametritasolla MML-ohjelma neuvoo ko. parametrin täytössä, esimerkiksi antaa parametrin arvoalueen tai vaihtoehdot.

- **Parametrilohkojen opasteet**

Parametrilohko sisältää informaatiota, joka on välttämätöntä komentokoodin määrittelemän toiminnan suorittamiseksi. Kyseinen informaatio ilmaistaan parametrilohkossa parametrein, joiden syntaksi ja semantiikka on spesifioitu kyseiselle komennolle. Mikäli parametrilohkoon kuuluu useampia kuin yksi parametri, erotetaan parametrit toisistaan pilkuilla. Eri parametrilohkot erotetaan toisistaan kaksoispisteellä.

Komennoilla YKE ja YKO ei ole parametreja, joten niillä ei ole myöskään parametrilohkon opasteita.

Parametrilohkojen opasteen on kuvattu liitteen 1 kappaleessa 'Parametrilohkojen opasteet'.

- **Parametriopasteet**

Parametri sisältää komentoon liittyvästä informaatiosta sen pienimmän osan ja voi olla joko paikkamääritteinen tai nimimääritteinen. Testauksen ja tarkkailun MML-komennoissa käytetään sekä paikka- että nimimääritteisiä parametreja.

Parametriopaste neuvoa parametrilohkon sisältämät parametrit, jos parametrilohko sisältää useita parametreja tai nimimääritteisiä parametreja.

Parametriopasteet on kuvattu liitteen 1 kappaleessa 'Parametrilohkojen parametriopasteet'.

- **Parametrien täyttöopasteet**

Alimmalla tasolla opasteissa on parametrin täyttöopaste. Parametrin täyttöopaste kuvaa parametrin tyypin ja jos parametrilla on joukko hyväksyttäviä arvoja, opaste kertoo myös ne.

Parametrien täyttöopasteet on kuvattu liitteen 1 kappaleessa 'Parametrien täyttöopasteet'.

5.5.2.5. Suoritustulostukset

Kun komento on suoritettu, MML-ohjelma tulostaa komennon suorituksen tuloksen käytönohjauspäätteelle. Perustapauksessa, jossa ei tulosteta mitään erityistä tulosta, eikä mitään virhettä tapahtunut, tulostetaan käytönohjauspäätteelle 'COMMAND EXECUTED'.

Komentojen YKC, YKR, YKL ja YKD suoritustulostus on joko 'COMMAND EXECUTED' tai virheilmoitus. Komennoissa YKT, YKQ ja YKM voidaan antaa useita yhdysjohtoja, jolloin ne käsitellään yksi kerrallaan. Mikäli yhdysjohtoja annetaan vain yksi, on tulostus 'COMMAND EXECUTED'. Muussa tapauksessa tulostetaan kuvan 20 mukainen tulostus kunnes johtoja ei enää ole jäljellä. Tällöin käyttäjä voi joko jatkaa johtojen testaamista seuraavasta johdosta, lopettaa testaamisen tai jättää päällä olevan testikytkennän päälle ja lopettaa testaamisen.

```
COMMAND EXECUTED
```

```
CONTINUE/STOP/KEEP CURRENT (C/S/K) DEFAULT IS C
```

Kuva 20. Suoritustulostus, kun testataan useita johtoja

Komennossa YKS tulostetaan testin tulos jokaisen suoritettun mittauksen jälkeen. Mikäli käytetään pelkkää signaalin lähetystä, tulostus on samanlainen kuin komennossa YKT. Myös tällä komennolla voidaan testata useita yhdysjohtoja.

TEST THE TRUNK CIRCUIT BY INTERNAL TEST SIGNAL				
NCGR/CGR	CRCT	RESULT	SIGNAL	TOTAL
			LEVEL	LEVEL
17	13-4	ACCEPTED	-19.5	-20.0
CONTINUE/STOP/KEEP CURRENT (C/S/K) DEFAULT IS C				

Kuva 21. 1020 Hz testin suoritusulos

Komento YKE tulostaa järjestelmään liitettyjen ulkoisten mittalaitteiden konfiguraation.

CONFIGURATION OF THE EXTERNAL MEASUREMENT DEVICES					
USE	TAP1	CRCT	TYPE	TAP2	TEXT
TEST	2	4-23	A		test connection
MON	3	13-12	A	4	
QTEST	5	30-5			quiet termination
TEST	6	12-27	D		
COMMAND EXECUTED					

Kuva 22. Mittalaitteiden konfiguraation tulostus

Komento YKO tulostaa kaikki päällä olevat kytkennät. Kuvassa 25 esitetään komennon suoritusulos.

ACTIVE CONNECTIONS				
CONN. TYPE	CRCT	TAP	SUB	
INT_TEST	4-13			
INT_TEST	13-23			
INT_TEST	30-1			
MONITOR	6-2	3	51129484	
	2-3	4		
EXT_TEST	12-25	1		
Q_TEST	2-22	2		
LOOP	5-7			
COMMAND EXECUTED				

Kuva 23. Päällä olevien kytkentöjen tulostus

5.5.2.6. Käyttöesimerkkejä

Käyttöesimerkeissä esitellään muutaman tärkeimmän komennon anto sekä suoritusulostukset. Käyttöesimerkeissä käyttäjän kirjoittamat komennot on merkitty kursivilla.

```
MAIN LEVEL COMMAND <___>
< YKS:CRCT=5-20:::;

TEST THE TRUNK CIRCUIT BY INTERNAL TEST SIGNAL

NCGR/CGR    CRCT    RESULT    SIGNAL    TOTAL
              5-20    ACCEPTED    -10.0    -10.0
              LEVEL    LEVEL

COMMAND EXECUTED

TRUNK CIRCUIT TEST AND MONITORING COMMAND <YK_>
<
```

Kuva 24. Yhden johdon testaus 1020 Hz testisignaalla (oletusarvot)

```
MAIN LEVEL COMMAND <___>
< YKT:NCGR=HEL001:TAP=1;

COMMAND EXECUTED

CONTINUE/STOP/KEEP CURRENT (C/S/K) DEFAULT IS C
C

COMMAND EXECUTED

CONTINUE/STOP/KEEP CURRENT (C/S/K) DEFAULT IS C
C

COMMAND EXECUTED
NO MORE CIRCUITS

CONTINUE/STOP/KEEP CURRENT (C/S/K) DEFAULT IS C
C

TRUNK CIRCUIT TEST AND MONITORING COMMAND <YK_>
<
```

Kuva 25. Väylän (sis. 3 johtoa) kaikkien johtojen testaus ulkoisella mittalaitteella

```
MAIN LEVEL COMMAND <___>
< YKM:SUB=51125737:TAP=2;

COMMAND EXECUTED

TRUNK CIRCUIT TEST AND MONITORING COMMAND <YK_>
< D:SUB=51125737;

COMMAND EXECUTED

TRUNK CIRCUIT TEST AND MONITORING COMMAND <YK_>
<
```

Kuva 26. Tilaajan 51125737 tarkkailu ja tarkkailun lopetus

6. TULOSTEN TARKASTELUA

Järjestelmä suunniteltiin pääosin alkuperäisten tavoitteiden mukaisesti. Suunnittelun edetessä järjestelmään lisättiin joitakin helposti toteutettavia ominaisuuksia, kuten tarkkailu jommankumman puhelun osapuolen puhelinnumeron perusteella. Tämä helpottaa puheluiden tarkkailua, koska tällöin ei tarvitse ensin selvittää millä johdoilla tarkkailtava puhelu on.

Suunnitteluvaiheen aikana on oltu yhteydessä Tele2:een, jonka aloitteesta yhdysjohtojen testaus- ja tarkkailujärjestelmää alunperin lähdettiin suunnittelemaan ja toteuttamaan. Tele2:n antama palaute huomioitiin ja joihinkin käyttöliittymän yksityiskohtiin tehtiin muutoksia saadun palautteen perusteella.

Yhdysjohtojen testaus- ja tarkkailujärjestelmä toteutetaan DX200 ISC kansainvälisen verkon keskuksen ohjelmistoon. Tätä diplomityötä tehtiin rinnan järjestelmäsuunnittelun kanssa. Järjestelmäsuunnittelun lopputuloksena syntyivät vaatimus- ja toteutusmäärittelyt 'Test and monitoring for trunk circuits'. Yhdysjohtojen testaus- ja tarkkailuohjelmiston toteutus tehdään näiden järjestelmäsuunnitteludokumenttien perusteella. /NTC 94/, /NTC 95a/

6.1. Testausmenetelmistä

Testausmenetelmät suunniteltiin alkuperäisten vaatimusten mukaisiksi. Testausmenetelmät noudattavat pitkälti samoja periaatteita kuin ITU-T:n suositus O.11, tosin suosituksessa O.11 on mukana myös analogisten puhelinkeskusten kaiunkumoajien testaukseen liittyviä määrittelyjä. Tärkein ero suosituksen O.11 ja valittujen menetelmien välillä on se, että suositus O.11 perustuu valintaisiin testijohtoihin. /ITU-T O.11/

Suosituksen O.11 mukaisten testijohtojen määrittely ja toteutus olisi vaatinut huomattavasti suuremman työmäärän. Suosituksessa O.11 määritellään miten tietoa siirretään yhdysjohtojen merkinannossa, joten kunkin merkinannon toteuttavaan ohjelmaan olisi tarvittu muutoksia. Käyttäjän kannalta olisi parempi, että vastapään toiminta olisi automaattista. Tällöin testaus voitaisiin suorittaa ilman etäkeskuksen käyttöhenkilökunnan apua. Toisaalta tällöin myös etäkeskuksessa, joka voi olla jonkin muun keskusvalmistajan keskus, pitää olla O.11 testijohdot.

Karkean testin suorittaminen kokonaan keskuksen sisäisellä laitteistolla mahdollistaa yhdysjohtojen karkean testauksen pelkästään ohjelmistopäivityyksellä, jolloin keskukseseen ei tarvitse tuoda uutta laitteistoa. Samoin keskus voi ilman laitteiston lisäystä toimia vastapäänä testaavalle keskukselle.

6.2. Ohjelmistosta

Ohjelmiston suhteen tavoitteena oli, että järjestelmästä tehdään mahdollisimman itsenäinen, keskuksen puhelunohjauksesta irrallaan oleva kokonaisuus.

Tämä tavoite täyttyy, joten merkinanto-ohjelmistoon ei tarvitse tehdä muutoksia. Tämä aiheuttaa myös sen, että testaus ei voi olla automaattista, vaan myös vastapäässä puhelinkeskuksen käyttöhenkilökunnan pitää osallistua testaukseen. Perustapauksessa vastapäässä testattava yhdysjohto kytketään joko silmukalle tai hiljaiseen testijohtoon. Tämä estää automaattisten mittalaitteiden käytön, koska kummassakin keskuksessa tarvittavat kytkennät joudutaan tekemään käsin käytönohjauspäätteeltä. Mikäli yhdysjohtojen merkinannossa siirrettäisiin tietoa suoritettavista testauksista etäkeskukseen, voitaisiin etäkeskuksen toiminta automatisoida esimerkiksi suosituksen ITU-T O.11 mukaiseksi /ITU-T O.11/.

Ohjelmiston jakaminen kahteen ohjelmalohkoon, MML-ohjelmaan ja tämän vastakappaleeseen, mahdollistaa kummankin ohjelman toteutuksen kumpaankin tarkoitukseen parhaiten soveltuvalla ohjelmointikielellä ja -tekniikalla. MML-ohjelman toteutuksessa voidaan käyttää hyväksi NTC:llä kehitettyä MML-generaattoria, joka tuottaa MDL-kielisestä MML-kuvauksesta valmiin ohjelman. Samoin MML:n vastakappaleen toteutuksessa voidaan käyttää TNSDL-ohjelmointikieltä, jolla erilaisten äärellisten tila-automaattien käyttöön perustuvat algoritmit ovat helposti toteutettavissa.

6.3. Käyttöliittymästä

Käyttöliittymän toteutuksessa tavoitteeksi oli asetettu helppokäyttöisyys. MML-käyttöliittymät DX200-järjestelmässä ovat hyvin samankaltaisia keskenään ja niissä kaikissa käytetään samoja periaatteita, joten käyttöliittymä on yhtä helppokäyttöinen kuin DX200-järjestelmän käyttöliittymät yleensä.

Käyttöliittymän suunnittelussa on otettu huomioon selkeys, esimerkiksi käyttäjä voi helposti tarkistaa millaisia mittalaitteita keskukseseen on asennettu tai mitä testikytkentöjä milloinkin on päällä, eri tyyppisten testi-, tarkkailu- ja silmukkakytkentöjen purkaminen onnistuu samalla komennolla. Käyttöliittymä opastaa käyttäjää eri vaiheissa komennon syöttämisen aikana kuten DX200-järjestelmän käyttöliittymät yleensäkin.

6.4. Kritiikkiä

Esitetyllä toteutustavalla yhdysjohtojen testausjärjestelmästä muodostui muusta järjestelmästä irrallaan oleva kokonaisuus. Toisaalta toteutuksessa lähdettiin juuri

tästä lähtökohdasta, mutta alunperin olisi voinut olla järkevämpää toteuttaa testausjärjestelmä tarkemmin ITU-T:n suositusten mukaiseksi.

Tiukasti ITU-T suosituksen O.11 mukaiset testijohdot olisivat mahdollistaneet laajan yhteensopivuuden eri valmistajien testauslaitteiden kanssa. Tällöin järjestelmä olisi yleiskäyttöisempi, kun taas toteutettu ohjelmisto on räätälöity Tele2:n tarpeiden mukaiseksi. Toteutukseen vaadittu työmäärä olisi kuitenkin ollut huomattavasti suurempi puhelunohjauksen vaatimien muutosten vuoksi eikä toteuttaminen annetun aikataulun mukaisesti olisi ollut mahdollista.

7. YHTEENVETO

On tärkeää, että kansainvälisen verkon keskuksen kansainvälisiä yhdysjohtoja voidaan testata. Yhdysjohtojen testausta suoritetaan sekä otettaessa uusia yhteyksiä käyttöön että osana päivittäisiä tai viikottaisia mittauksia ja testauksia. Testaus- ja mittausominaisuuksilla on erittäin suuri merkitys myös mahdollisten vikatilanteiden selvittämisessä. Säännöllisillä mittauksilla varmistetaan myös tarjotun palvelun korkea laatu, koska vikoja voidaan havaita jo ennenkuin ne aiheuttavat ongelmia.

Valituilla yhdysjohtojen testaus- ja tarkkailumenetelmillä voidaan suorittaa yhdysjohtojen kattavat testit. Kuvattu ohjelmisto mahdollistaa kaikkien kuvattujen testien suorittamisen sekä lisäksi voidaan tarkkailla yhdysjohtoja sekä keskuksen sisäisiä johtoja.

Testit jakautuvat kahteen osaan: keskuksen sisäisellä laitteistolla suoritettavat testit sekä ulkoisella mittalaitteella suoritettavat testit. Keskuksen sisäisellä laitteistolla voidaan suorittaa testi, jolla voidaan todeta ettei yhdysjohdolla ole katkosta. Ulkoisella mittalaitteella voidaan suorittaa yhdysjohtojen kattavat mittaukset. Testausohjelmisto ei ota kantaa siihen, mitä testejä ulkoisella mittalaitteella suoritetaan, vaan ainoastaan muodostaa kytkennän yhdysjohdolle, jolloin testaus on mahdollista.

Tarkkailuominaisuus mahdollistaa sekä yhdysjohtojen että keskuksen sisäisten johtojen tarkkailun. Tarkkailun pääasiallisena käyttötarkoituksena on yhdysjohtojen tekninen tarkkailu vikatilanteiden selvittämisen yhteydessä. Esimerkiksi merkinantokanavien tai yhdysjohtojen valvonta-aikavälien tarkkailu on mahdollista. Lisäksi on mahdollista tarkkailla käynnissä olevia puheluita puhelun toisen osapuolen tilaajanumeron perusteella.

Jatkossa testausta voidaan laajentaa kohti ITU-T:n suosituksia O.11 ja O.22, mikäli siihen on tarvetta /ITU-T O.11/, /ITU-T O.22/. Tällöin testausjärjestelmä olisi huomattavasti automaattisempi. On kuitenkin odotettavissa että tulevaisuudessa yhteiskanavamerkinanto ITU-T No.7 yleistyy myös kansainvälisenä merkinantona. Tällöin erillinen yhdysjohtojen testaus menettää merkitystään, koska YKM:n käyttäjäosat ITUP ja IISUP sisältävät ns. puhutien tarkistuksen, joka vastaa pääpiirteiltään testiä O.6 testiäänellä /NTC 94g/, /NTC 94d/.

Testauksella voisi myös olla rajapinta yhdysjohtojen valvontajärjestelmään, jolloin voitaisiin kehittää keskuksen laitteiston automaattista vianpaikannusta muistuttava

järjestelmä yhdysjohtojen automaattiseen testaukseen ja vianpaikannukseen. Tällöin valvonnan havaitsema häiriö käynnistäisi automaattisesti testin epäilylle yhdysjohdolle.

Tarkkailua voitaisiin kehittää esimerkiksi niin, että tarkkailu onnistuisi tavallisesta keskuksen tilaajaliitynnästä. Tällöin tarkkailu toimisi kuten kolmen-neuvottelutoiminto, mutta tarkkailija kytkettäisiin ainoastaan yksisuuntaisesti mukaan. Eräiden maiden lainsäädäntö asettaa rajoja tarkkailun pituudelle, joten aikavalvonta ja tarkkailukytken automaattinen purku aikavalvonnan lauettua todennäköisesti toteutetaan jatkokehityksenä /Salminen/.

LÄHTEET

- /NTC 94a/ Arte, T. 1994. Test and monitoring for trunk circuits, requirements specification. Espoo, Nokia Telecommunications. Feature 10372. 12 s.
- /NTC 95a/ Arte, T. 1995. Test and monitoring for trunk circuits, implementation specification. Espoo, Nokia Telecommunications. Feature 10372. 30 s.
- /NTC 94b/ Haukilahti, J., Törnqvist, J. 1994. Introduction to the DX200 software engineering. Espoo, Nokia Telecommunications. YFR 1157/1. 62 s.
- /NTC 94c/ Haukilahti, J. 1994. DX200 Yhdysjohtoverkon kunnossapito, toimintoluokan kuvaus. Espoo, Nokia Telecommunications. CAN 21364. 19 s.
- /NTC 93a/ Heinola, S. 1993. Välitysjärjestelmälusta, tuotekuvaus. Espoo, Nokia Telecommunications. CAN 22170/1. 65 s.
- /ITU-T M.560/ ITU-T M.560. 1988. International telephone circuits - principles, definitions and relative transmission levels. International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector. 4 s.
- /ITU-T O.6/ ITU-T O.6. 1988. 1020 Hz Reference test frequency. International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector. 2 s.
- /ITU-T O.11/ ITU-T O.11. 1988. Maintenance access lines. International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector. 7 s.
- /ITU-T O.22/ ITU-T O.22. 1988. CCITT Automatic transmission measuring and signalling testing equipment ATME No. 2. International Telecommunication Union, Telecommunication Standardization Sector. 27 s.
- /NTC 93b/ Järvenpää, A. 1993. DX200 Fault Tolerant Computing Platform, Product Description. Espoo, Nokia Telecommunications. CAN 22642. 21 s.

- /NTC 92/ Karjanlahti, J. 1992. DX200 High Capacity Exchange, Product Description. Espoo, Nokia Telecommunications. CAN 22169/1. 39 s.
- /Lindberg/ Lindberg, B. 1990. Troubleshooting Communications Facilities: measurements and tests on data and telecommunications circuits, equipment, and systems. New York, John Wiley & Sons, Inc. 321 s.
- /NTC 94d/ Salminen, R. 1994. DX200 ISC International Switching Centre, Product description. Espoo, Nokia Telecommunications. CAN 22768. 16 s.
- /NTC 94e/ Salminen, R. 1994. DX200 ISC slide show. Espoo, Nokia Telecommunications. 30 s.
- /NTC 95b/ Salminen, R. 1994. DX200 Test and monitoring, Service description. Espoo, Nokia Telecommunications. CFU 26630/3. 10 s.
- /NTC 94f/ Salminen, R. 1994. DX200 Test and monitoring enhancement, Functional Specification. Espoo, Nokia Telecommunications. CFN 28275/2.0. 5 s.
- /NTC 94g/ Salminen, R. 1994. DX200 Operator controlled continuity check for ITUP, Service description. Espoo, Nokia Telecommunications. CFN 28358/1. 4 s.
- /Salminen/ Salminen, R. 1994, 1995. Useita kahdenkeskisiä keskusteluja.

LIITE 1

Opastustulostukset

Parametrilohkojen opasteet

/*	DATA UNITS:	
	USE OF INTERFACE: INTERFACE TYPE: INTERFACE INDEX:	
	COMMENT TEXT;	*/

Kuva 1. Komennon YKC parametrilohkot

/*	DATA UNITS:	
	INTERFACE INDEX;	*/

Kuva 2. Komennon YKR parametrilohkot

/*	DATA UNITS:	
	CIRCUIT IDENTIFICATION: TEST DIRECTION: SIGNAL FREQUENCY:	
	SIGNAL LEVEL: SIGNAL SENDING PERIOD;	*/

Kuva 3. Komennon YKS parametrilohkot

/*	DATA UNITS:	
	CIRCUIT IDENTIFICATION: INTERFACE INDEX;	*/

Kuva 4. Komennon YKT parametrilohkot

/*	DATA UNITS:	
	CIRCUIT IDENTIFICATION: INTERFACE INDEX;	*/

Kuva 5. Komennon YKQ parametrilohkot

/*	DATA UNITS:	
	CIRCUIT IDENTIFICATION;	*/

Kuva 6. Komennon YKL parametrilohkot

/*	DATA UNITS:	
	CIRCUIT IDENTIFICATION: INTERFACE INDEX;	*/

Kuva 7. Komennon YKM parametrilohkot

/*	DATA UNITS:	
	CIRCUIT IDENTIFICATION;	*/

Kuva 8. Komennon YKD parametrilohkot

Parametrilohkojen parametriopasteet

```
/*  CIRCUIT IDENTIFICATION:

    PARAMETER NAMES

    CRCT .... CIRCUIT
    NCGR .... CIRCUIT GROUP NAME
    CGR  .... CIRCUIT GROUP NUMBER

*/
```

Kuva 9. Circuit identification -parametrilohkon parametriopaste

```
/*  CIRCUIT IDENTIFICATION:

    PARAMETER NAMES:

    CRCT .... CIRCUIT(S)
    NCGR .... CIRCUIT GROUP NAME
    CGR  .... CIRCUIT GROUP NUMBER
    SUB  .... SUBSCRIBER NUMBER

*/
```

Kuva 10. Circuit identification -parametrilohkon parametriopaste tarkkailussa

```
/*  CIRCUIT IDENTIFICATION:

    PARAMETER NAMES:

    CRCT .... CIRCUIT(S)
    NCGR .... CIRCUIT GROUP NAME
    CGR  .... CIRCUIT GROUP NUMBER
    SUB  .... SUBSCRIBER NUMBER
    TAP  .... INTERFACE INDEX
    ALL  .... ALL CONNECTIONS

*/
```

Kuva 11. Circuit identification -parametrilohkon parametriopaste kytkentöjen purussa

```
/*  GIVE MEASUREMENT DEVICE INTERFACE INDEX:

    PARAMETER NAMES:

    TAP1 .... MEASUREMENT INTERFACE INDEX
    TAP2 .... MEASUREMENT INTERFACE INDEX (OBLIGATORY IF MON GIVEN)

*/
```

Kuva 12. Interface index -parametrilohkon parametriopaste


```
/* COMMENT TEXT:

PARAMETER NAMES:

TEXT .... COMMENT TEXT

*/
```

Kuva 13. Comment text -parametrilohkon parametriopaste

```
/* TEST FREQUENCY:

PARAMETER NAMES:

FREQ ....TEST FREQUENCY

*/
```

Kuva 14. Signal frequency -parametrilohkon parametriopaste

```
/* TEST LEVEL:

PARAMETER NAMES:

LEV .... TEST LEVEL

*/
```

Kuva 15. Signal level -parametrilohkon parametriopaste

```
/* SIGNAL SENDING PERIOD:

PARAMETER NAMES:

TIME .... SIGNAL SENDING PERIOD

*/
```

Kuva 16. Signal sending period -parametrilohkon parametriopaste

Parametrien täyttöpasteet

```
/* GIVE USE OF THE EXTERNAL MEASUREMENT DEVICE:

TEST .... TESTING
MON .... MONITORING
QTEST .... CONNECTING TO QUIET TERMINATION

*/
```

Kuva 17. Parametrin use of interface täyttöpaste

```
/* GIVE MEASUREMENT DEVICE TYPE:

A .... ANALOG DEVICE
D .... DIGITAL DEVICE

*/
```

Kuva 18. Parametrin interface type täyttöpaste

```
/*      GIVE MEASUREMENT DEVICE INDEX:

      INTEGER NUMBER
      0-186

*/
```

Kuva 19. Parametrin TAP täyttöopaste

```
/*      GIVE COMMENT TEXT:

      TEXT STRING
      0...30 CHARACTERS IN QUOTATION MARKS

*/
```

Kuva 20. Parametrin TEXT täyttöopaste

```
/*      IDENTIFY CIRCUIT(S) :

      PCM - TSL  (&- , &&- , &)
      (0...2047) - (0...31)

*/
```

Kuva 21. Parametrin CRCT täyttöopaste

```
/*      IDENTIFY CIRCUIT GROUP NAME:

      SYMBOLIC NAME  1...8 CHARACTERS

*/
```

Kuva 22. Parametrin NCGR täyttöopaste

```
/*      IDENTIFY CIRCUIT GROUP NUMBER:

      DECIMAL NUMBER
      1...2048

*/
```

Kuva 23. Parametrin CGR täyttöopaste

```
/*      GIVE TYPE OF TESTING:

      SEND .... SEND TEST SIGNAL
      RES .... RECEIVE TEST SIGNAL
      BOTH .... BOTH, SEND AND RECEIVE

*/
```

Kuva 24. Parametrin test direction täyttöopaste

```
/*      GIVE TEST FREQUENCY (Hz) :

      INTEGER NUMBER
      50...3950

*/
```

Kuva 25. Parametrin FREQ täyttöopaste

```
/*      GIVE TEST LEVEL (dBm0) :  
  
        SIGNED DECIMAL NUMBER  
        -60.0...+3.0 (STEP 0.5)  
*/
```

Kuva 26. Parametrin LEV täyttöopaste

```
/*      GIVE SIGNAL SENDING PERIOD (sec)  
  
        DECIMAL NUMBER  
        1..60  
        DEFAULT IS CONTINUOUS SENDING  
*/
```

Kuva 27. Parametrin TIME täyttöopaste

```
/*      SPECIFY SUBSCRIBER NUMBER :  
  
        DECIMAL STRING  1...16 DIGITS  
*/
```

Kuva 28. Parametrin SUB täyttöopaste

LIITE 2

Sanomanvaihto eri tehtävissä

Sanomanvaihto on kuvattu Nokia Telecommunicationilla laajasti käytössä olevalla 3L-kaaviotekniikalla. Kaavioissa esitetään ohjelmalohkojen välinen sanomanvaihto. Kaavioissa esitetään myös sanomien nimet sekä sanomissa kulkeva tieto.

Väylän johtojen haku

```
+-----++-----+
| TMMHAN || CM3PRO |
+-----++-----+
| |interrogate_circuit_group_s(NCGR)
| +----->| |
| |circuit_groups_s(first_NCGR_crct)
| +<-----| |
| |interrogate_crcts_in_cgroup_s(first_NCGR_crct)
| +----->| |
| |       Jos johtoja alle 75 kpl:
| |       | |
| | |circuit_group_circuits_s(other_NCGR_crcts, end)
| | +<-----| |
| |       Yli 75 johtoa:
| |       | |
| | |circuit_group_circuits_s(other_NCGR_crcts, next_NCGR_crct)
| | +<-----| |
| |       Toistetaan kunnes kaikki johdot kysytty:
| |       | |
| | |interrogate_crcts_in_cgroup_s(next_NCGR_crct)
| | +----->| |
| | |circuit_group_circuits_s(more_NCGR_crcts, next_NCGR_crct)
| | +<-----| |
| |       Kaikki johdot kysytty:
| |       | |
| | |circuit_group_circuits_s(more_NCGR_crcts, end)
| | +<-----| |
```

Yhdysjohdon tilan tarkistus

```
+-----++-----++-----+
| TMMHAN || CM3PRO || SWICOP |
+-----++-----++-----+
| |omitted_crct_state_query_s(crct)
| +----->| | |
| |omitted_crct_state_query_rep_s(state)
| +<-----| | |
| |circuit_state_with_ref_s(crct)
| +-----++----->| |
| |circuit_state_ack_with_ref_s(status)
| +<-----++-----| |
```

Ulkoisen mittalaitteen konfigurointi/konfiguraation tulostus

```
+-----++-----++-----++-----++-----++-----++-----++-----+
| TMMHAN || TMTPRB || CM3PRO || SWICOP || CGLSTA || ACSERV || ECCPRB || REQMAN |
+-----++-----++-----++-----++-----++-----++-----++-----+
```



```
| |      | mfcu_service_conf_s |          | | |           | | | | | |
| |      | +<-----+--+-----+--+-----+--+-----+ | | |   | | |  
| |      | enter_simple_request_s(TMWFIL) |          | | |         | | |  
| |      | +-----+--+-----+--+-----+--+-----+--+-----+--> | | |  
| |      | request_ack_s |          | | |       | | |     | | |  
| |      | +<-----+--+-----+--+-----+--+-----+--+-----+--> | | |  
| tm_start_internal_test_ack_s(result) |          | | |       | | |  
+<-----+ |          | | |       | | |
```

Vastaanotto

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| TMMHAN  | | TMTPRB  | | CM3PRO  | | SWICOP  | | CGLSTA  | | ACSERV  | | ECCPRB  | | REQMAN  |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

Sisäinen testi, vastaanotto

|tm_start_internal_test_s(crct, receive)
+----->|
|      |ecc_disconn_ec_s(crct)
|      +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+----->|
|      |ecc_disconn_ec_ack_s |
|      +<-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----|
|      |mfcu_service_req_s(crct, time_limit)
|      +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+----->|
|      |mfcu_sign_ind_s(automaton_id, hand_pid)
|      +<-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----|
|      |aux_wait_for_test_signal_s
|      +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+----->|
|      |aux_test_signal_received_s(accept_status, test_freq_level, total_level)
|      +<-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----|
|      |mfcu_rel_req_s(automaton_id)
|      +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+----->|
|      |mfcu_service_conf_s
|      +<-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----|
|      |enter_simple_request_s(TMWFIL)
|      +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+----->|
|      |request_ack_s
|      +<-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----|
|tm_start_internal_test_ack_s(result)
+<-----|

```

Lähetys

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| TMMHAN  || TMTPRB  || CM3PRO  || SWICOP  || CGLSTA  || ACSERV  || ECCPRB  || REQMAN  ||
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

Sisäinen testi, lähetys

|tm_start_internal_test_s(crct, send, freq, level, time limit)
+----->|
|      |ecc_disconn_ec_s(crct)
|      +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+----->|
|      |ecc_disconn_ec_ack_s
|      +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+----->|
|      |mfcu_service_req_s(crct, time_limit)
|      +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+----->|
|      |mfcu_sign_ind_s(automaton_id, hand_pid)
|      +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+----->|

```



```
| | |aux_send_test_signal_s(freq, level)| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +-----+-----+-----+----->| | | | | | | | | | |  
|enter_simple_request_s(TMWFIL) | | | | | | | | | | |  
| +-----+-----+-----+-----+-----+-----+----->| | | | | | | | | | |  
|request_ack_s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  
| <-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----| | | | | | | | | | |  
|tm_start_internal_test_ack_s(OK) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  
| <-----| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  
  
Aikavalvonnan laukeaminen  
  
| | |mfcu_service_reject_s(acs_error_code)| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <-----+-----+-----+-----| | | | | | | | | | |  
|enter_simple_request_s(TMWFIL) | | | | | | | | | | |  
| +-----+-----+-----+-----+-----+-----+----->| | | | | | | | | | |  
|request_ack_s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  
| <-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----| | | | | | | | | | |  
  
Sisäisen testin lopetus/lähetys  
  
|tm_reset_test_conn_s(crct)  
+----->| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  
|mfcu_rel_req_s(automaton_id) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  
| +-----+-----+-----+-----+-----+----->| | | | | | | | | | |  
|mfcu_service_conf_s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  
| <-----+-----+-----+-----+-----+-----| | | | | | | | | | |  
|enter_simple_request_s(TMWFIL) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  
| +-----+-----+-----+-----+-----+-----+----->| | | | | | | | | | |  
|request_ack_s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  
| <-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----| | | | | | | | | | |  
|tm_reset_test_conn_ack_s(OK) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  
+----->| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
```

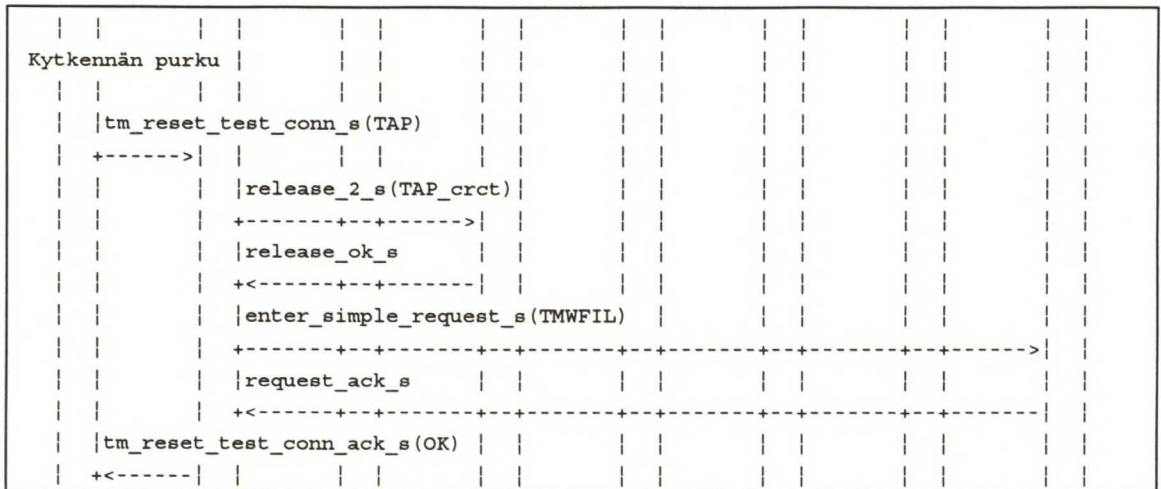
Testaus ulkoisella mittalaitteella

```

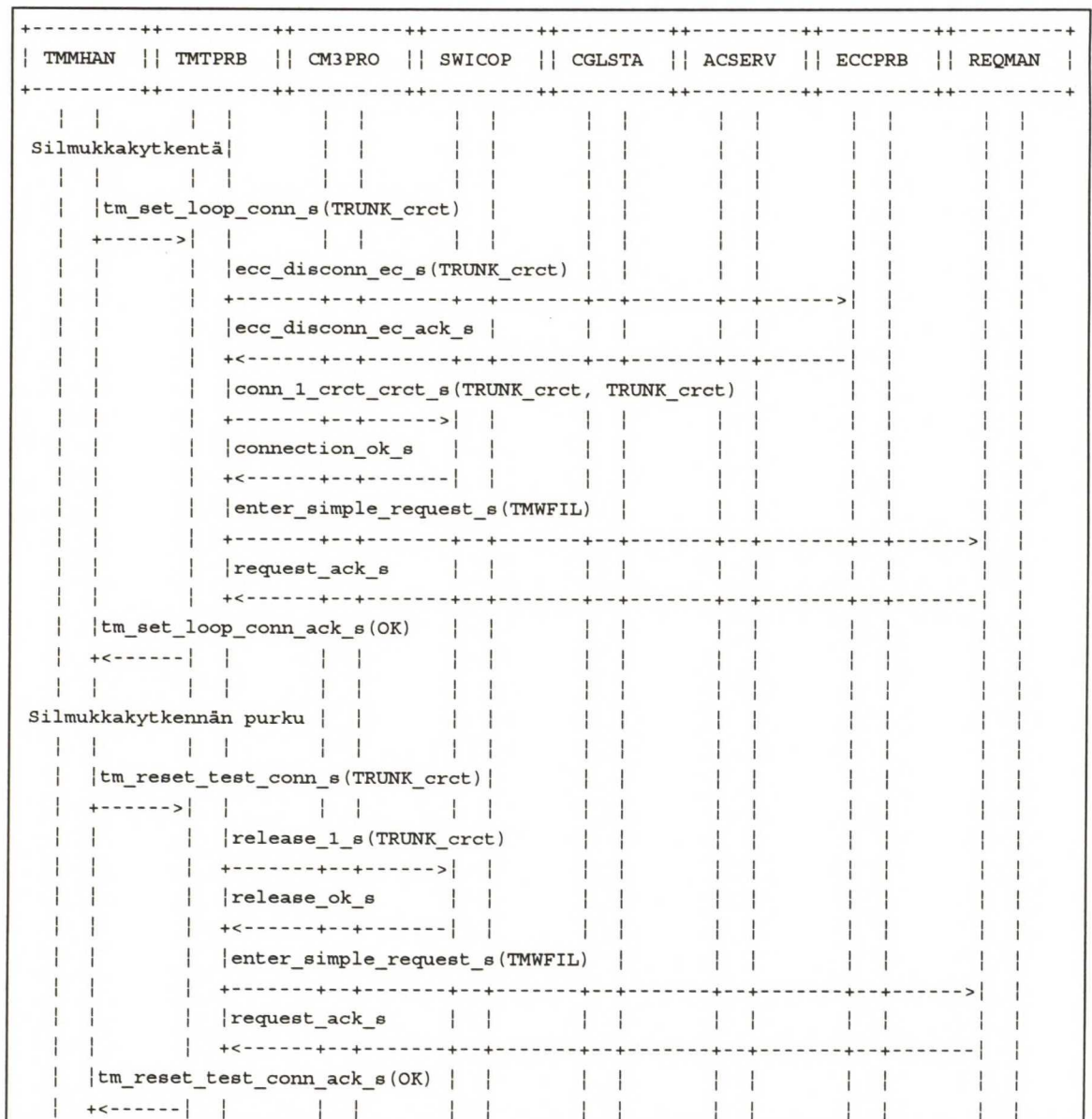
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| TMMHAN  || TMTPRB  || CM3PRO  || SWICOP  || CGLSTA  || ACSERV  || ECCPRB  || REQMAN  ||
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| KytKentä ulkoiseen mittalaitteeseen| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| |tm_set_test_conn_s(TAP, TRUNK_crct, type)| | | | | | | | | | | | | | | |
| +----->| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | |Haetaan mittalaitteen johdon numero...| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | |ecc_disconn_ec_s(TRUNK_crct)| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+>| | | | | |
| | | |ecc_disconn_ec_ack_s| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | +<-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+| | | | | |
| | | |conn_2_crct_crct_s(TAP_crct, TRUNK_crct)| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+>| | | | | |
| | | |connection_ok_s| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | +<-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+| | | | | |
| | | |enter_simple_request_s(TMWFIL)| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | +-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+>| | | | | |
| | | |request_ack_s| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | +<-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+| | | | | |
| | | |tm_set_test_conn_ack_s(OK)| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | +<-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+| | | | | |

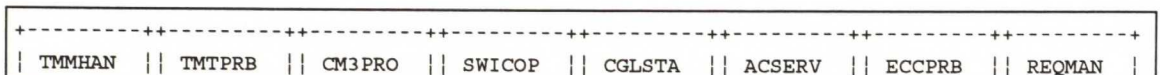
```



Silmukkakytkentä



Tarkkailukytkentä



```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
Tarkkailukytkentä tilaajan numerolla
|tm_set_monitor_conn_s(subs_num_A, TAP_1)|
+----->|
|Haetaan mittalaitteen johdon numero...|
|subscriber_connections_inq_s(subs_num_A)|
+-----+-----+-----+----->|
|subscriber_connections_s(crct_A, crct_B)|
+<-----+-----+-----+-----|
|conn_1_crct_crct_s(crct_A, TAP_1_crct)|
+-----+----->|
|connection_ok_s|
+<-----+-----|
|conn_1_crct_crct_s(crct_B, TAP_2_crct)|
+-----+----->|
|connection_ok_s|
+<-----+-----|
|enter_simple_request_s(TMWFIL)|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+----->|
|request_ack_s|
+<-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----|
|tm_set_monitor_conn_ack_s(OK)|
+<-----|
Tarkkailukytkentä johdon numerolla
|tm_set_monitor_conn_s(crct, TAP_1)|
+----->|
|Haetaan mittalaitteen johdon numero...|
|circuit_state_with_ref_s(crct)|
+-----+----->|
|circuit_state_ack_with_ref_s(crct_B)|
+<-----+-----|
|conn_1_crct_crct_s(crct, TAP_1_crct)|
+-----+----->|
|connection_ok_s|
+<-----+-----|
|conn_1_crct_crct_s(crct_B, TAP_2_crct)|
+-----+----->|
|connection_ok_s|
+<-----+-----|
|enter_simple_request_s(TMWFIL)|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+----->|
|request_ack_s|
+<-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----|
|tm_set_monitor_conn_ack_s(OK)|
+<-----|
Tarkkailukytkennän purku
|tm_reset_test_conn_s(TAP_1)|
+----->|
|release_1_s(TAP_1_crct)|
+-----+----->|

```



```
| | |release_ok_s| | | | | | | | | |
```

```
+<-----+-----+| | | | | | | | | |
```

```
| | |release_1_s(TAP_2_crct)| | | | | | | | | |
```

```
+&----+----->| | | | | | | | | |
```

```
| | |release_ok_s| | | | | | | | | |
```

```
+<-----+-----+| | | | | | | | | |
```

```
| | |enter_simple_request_s(TMWFIL) | | | | | | | | | |
```

```
+-----+--+---+--+---+--+---+--+---+--+---+--+---+-->
```

```
| | |request_ack_s| | | | | | | | | |
```

```
+<-----+--+---+--+---+--+---+--+---+--+---+--+---+
```

```
|tm_reset_test_conn_ack_s(OK)| | | | | | | | | |
```

```
+<-----+| | | | | | | | | |
```

KytKentöjen tulostus

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| TMMHAN  || TMTPRB  || CM3PRO  || SWICOP  || CGLSTA  || ACSERV  || ECCPRB  || REQMAN  ||
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

Päällä olevien kytkentöjen tulostus| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| tm_inquire_test_conn_s(start)| | | | | | | | | |
| +----->| | | | | | | | | |
| tm_inquire_test_conn_ack_s(cont_index, connection)| | | | | | | | | |
| +<-----| | | | | | | | | |
| tm_inquire_test_conn_s(cont_index)| | | | | | | | | |
| +----->| | | | | | | | | |
| tm_inquire_test_conn_ack_s(cont_index, connection)| | | | | | | | | |
| +<-----| | | | | | | | | |
| tm_inquire_test_conn_s(cont_index)| | | | | | | | | |
| +----->| | | | | | | | | |
| tm_inquire_test_conn_ack_s(end, connection)| | | | | | | | | |
| +<-----| | | | | | | | | |

```

TEKNILLINEN KORKEAKOULU
T
K
02150 ESPOO

TEKNILLINEN KORKEAKOULU
TIETOJENKÄSITTELYOPIN
KÄSIKIRJASTO

